

# UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO



## **Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas**



### División de Estudios de Posgrado

“PERTINENCIA DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA FÍSICA EN  
LA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICO MATEMÁTICAS DE LA  
UMSNH.”

**Tesis que Presenta:** J. Misael Vieyra Ríos

Para Obtener el Grado de:  
**Maestro en Administración**

Director de Tesis:  
Dr. Horacio Mercado Vargas

Morelia Michoacán, Febrero de 2016

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

ABSTRACT

## CAPÍTULO I: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1	Diseño de la Investigación	01
1.2	Definición del Problema de Investigación	01
1.2.1	Planteamiento del Problema	02
1.3	Preguntas de la Investigación	02
1.4	Objetivos	03
	Objetivos Específicos	03
1.5	Justificación del Estudio	03
1.6	Hipótesis	06
1.7	Universo	06

## CAPÍTULO II: MARCO TEORICO

	Datos Generarles	08
2.1	Antecedentes	08
2.1.1	Antecedentes de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas	09
2.2	Ubicación Regional	10
2.2.1	Niveles Educativos de la UMSNH	12
	Bachillerato	12
	Nivel Técnico	12
	Licenciaturas	12
	Nuevas Carreras de Licenciatura	14
	Especialidad	14
	Maestría	14
	Doctorado	16
	Servicios Académicos y Administrativos: Facultad de Ciencias Físico Matemáticas	17
2.3	Mercado laboral	17
2.4	Trascendencia Sociocultural	18

## CAPÍTULO III: Filosofía, Objetivos y Modelos Educativos

3.1	Características Básicas	20
	Filosofía	20
	Misión de la UMSNH	20
	Misión de FCFM	20
	Visión de la UMSNH	21
	Visión de la FCFM	21
	Propósitos	21
	Nuestro Objetivo	22

	Objetivo General	22
	Objetivos Particulares	22
3.2	Características Principales de los Planes de Estudio	22
	Excelencia Académica	23
3.3	Marco Conceptual	24
	Orientación Disciplinaria	25
	Orientación Emocional	25
	Vinculación con el Entorno	25
	Materias de Estudio	26
	Capital Académico	26
	Programas de Estudio	26
	Becas	26
	Capacidades Profesionales	28
	Ideario	28
	Objetivos Institucionales	28
	Modelo Educativo Institucional	29
3.4	Organigrama	30
3.5	Funciones Sustantivas	34
3.6	Funciones Adjetivas	36
3.7	Marco Normativo Legal	36

#### CAPÍTULO IV: EL SERVICIO ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA FÍSICA

	Contexto Internacional	40
4.1	Fundamentación Nacional	41
	El Plan Nacional de Desarrollo	42
	Objetivos de la Fundamentación	49
	Fundamento Legal	49
4.2	Fundamentación Macroregional	50
	Perfil de Michoacán	50
	a) Ubicación	50
	b) Extensión	50
	c) Orografía	50
	d) Hidrografía	51
	e) Clima y Temperatura	51
	Aspectos Económicos Importantes: La Población	51
	Infraestructura: Vías de Comunicación	53
4.2.1	Distribución de las Principales Actividades Económicas	54
	a) El Sector Primario	55
	b) El Sector Secundario	56
	c) El Sector Terciario	57
	d) Nuevas Ramas de la Actividad Económica	58
4.2.2	Aspectos Sociales	58

	a)	Salud	58
	b)	Vivienda	59
	c)	La Cultura, Recreación y Deporte	61
	d)	Educación	61
	e)	El Empleo	63
		Producto Interno Bruto del estado de Michoacán	65
		Síntesis del Estado de Michoacán	66
4.3		Investigación Microregional	67
		Perfil de Morelia: Aspectos Geográficos	67
		Extensión	67
		Orografía	67
		Hidrografía	68
		Clima	68
		Principales Ecosistemas	68
		Características y Uso de Suelo	68
		Aspectos Económicos	69
		Población	71
		Sector Primario	71
		Sector Secundario	71
		Sector terciario	72
4.3.1		Aspectos Sociales Municipio de Morelia	73
	a)	Desarrollo Urbano	73
	b)	Cultura	73
	c)	Vivienda	73
	d)	Estructura Vial	74
	e)	Expectativas Educativas	74
	f)	Servicios Educativos	74
	g)	Salud	75
	h)	Cultura	75
		Conclusión	76
4.4		Estudio del Mercado Laboral	78
		Perfil del Egresado del Doctorado en Ingeniería Física	78
		Indicadores Socio Económicos	80
	a)	Demográficos	80
	b)	Sector Productivo	81
	c)	Sector Público	81
	d)	Sector Académico	82
		Evolución del Empleo en México	82
		Evolución del Empleo en Michoacán	83
		Necesidades de Empleo	84
		Conclusiones	84
4.5		Estudio de Oferta-Demanda del Programa Doctorado en Ingeniería Física	85
		Perfil de Ingreso	86
		Demanda Potencial para el Programa en Ingeniería Física	86

4.6	Estudios Socioeconómicos y Expectativas Educativas	88
	Actividad Económica	89
	Industria	89
	Turismo	89
	Comercio	90
	Servicios	91
	Empleo	92
	Conclusiones	92
	Infraestructura Básica con la que Cuenta la Institución	92

## CAPÍTULO V: PROPUESTA CURRICULAR (PLANES Y PROGRAMAS)

5.1	Estructura del Plan	98
	Diseño Académico del Programa	98
	Plan de Estudios	98
	I.- Cursos Propedéuticos	98
	II.- Cursos Básicos	98
	III.- Cursos Optativos	98
	IV.- Cursos Especiales	99
5.2	Mecanismos de Ingreso al Programa del Doctorado en Ingeniería Física	99
5.3	Diseño Académico del Programa	100
	Duración del Plan de Estudios	101
	Secuencia	101
	Alumnos	101
	Personal Académico que Participará en el Programa	102
	Características del Personal Académico Participante en este Programa	104
	Personal Académico	104
	Núcleo Académico Básico	104
	Profesores Invitados	105
	Metodología y Técnicas de Enseñanza	105
5.4	Acreditación y/o Revalidación	105
5.5	Estructura Curricular	106
5.6	Líneas de Investigación o de Trabajo Profesional	107
5.7	Distribución de Asignaturas por Periodo	108
5.8	Programas de Estudio: Doctorado en Ingeniería Física	109
	ESTRUCTURA DE LA MATERIA	110
	MATEMÁTICAS AVANZADAS	112
	TERMOESTADÍSTICA	113
	MECÁNICA CLÁSICA Y DEL MEDIO CONTINUO	114
	ELECTROMAGNETISMO	115
	MÉTODOS NUMÉRICOS	117
	INTRODUCCIÓN AL MAGNETISMO Y MATERIALES MAGNÉTICOS	119
	CRISTALES FOTONICOS Y MATERIALES	120
	TÉCNICAS DE SÍNTESIS DE NANOESTRUCTURAS	122
	FISICA DEL ESTADO SÓLIDO	124

ÓPTICA	125
LABORATORIO DE ÓPTICA	127
PROPIEDADES FÍSICAS DE MATERIALES	129
FENÓMENOS INTERFACIALES	131
ELECTROQUÍMICA	133
ESTADÍSTICA APLICADA	135
ELEMENTOS FINITOS	136
ECUACIONES DIFERENCIALES APLICADAS	137
DINÁMICA NO LINEAL Y CAOS	138
FENÓMENOS DE TRANSPORTE	139
MECÁNICA DE FLUIDOS	140
ELEMENTOS DE FRONTERA	141
FENÓMENOS CRÍTICOS	142
INTERACCIÓN RADIACION-MATERIA	143
INSTRUMENTACIÓN	145
DETECTORES DE RADIACIÓN IONIZANTE	146
SIMULACIÓN DE INTERACCIÓN DE MUCHOS CUERPOS	148
5.9 Criterios de Evaluación	150
Criterios Aplicables a la Institución	150
5.10 Estructura de la Propuesta en Específico	151
Objetivo del Doctorado	151
Objetivos Específicos	151
Fundamentación	152
5.11 Perfiles	152
Perfil de Ingreso	152
Perfil de Egreso	152
Requisitos de Ingreso	153
5.12 Organización y Estructura Curricular	154
5.13 Campo de Trabajo	154
5.14 Estrategia Curricular	155
5.15 Requisitos de Titulación	156
Reglamento para Obtención de Título y Grado Profesional	156
5.16 El Campo Laboral del Egresado	159
5.17 Requerimientos de Infraestructura y Recursos	161
5.18 Criterios Académicos y Administrativos	162
I.- Generalidades	162
II.- Ingreso, Reinscripción y Permanencia en los Estudios de Posgrado	162
III.- De los Periodos Escolares	165
IV.- Bajas de Alumnos	165
V.- De los Planes de Estudio	166
VI.- Diplomas	168
Del Tutor	168
Fuentes de Financiamiento	170
Infraestructura y Recursos Financieros	170

## CAPÍTULO VI: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

6.1	Estudio de Oferta y Demanda	172
6.1.1	Estudio de Demanda	174
	Evolución Cuantitativa de la Educación en el Estado	176
	Entorno Nacional y Retos Planteados por el Crecimiento Demográfico	177
6.1.2	Análisis de Oferta	178
	Estudio de Competencia	182
	Matricula a Nivel Posgrado	182
	Infraestructura para la Investigación y Productividad Científica	182
6.1.3	Análisis Oferta Demanda	184

## CAPÍTULO VII: PLAN DE DESARROLLO DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGENIERÍA FÍSICA

I.-	INTRODUCCIÓN	186
II.-	ANTECEDENTES	186
III.-	OBJETIVOS GENERALES	187
IV.-	PERSPECTIVAS LABORALES DEL EGRESADO	187
V.-	ESTRATEGIAS	188
V.-1.	ESTRATEGIAS A CORTO Y MEDIANO PLAZO	188
V.-2.	ESTRATEGIAS A LARGO PLAZO	190
VI.-	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	190
VII.-	CONCLUSIONES	191
VIII.-	RECOMENDACIONES	192
IX.-	PROPUESTA	193

## BIBLIOGRAFIA

## ANEXO

## GLOSARIO

## RESUMEN DE TESIS

La presente tesis realiza el análisis de viabilidad de la pertinencia del Doctorado en Ingeniería Física en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, haciendo énfasis en la vinculación con el sector educativo y productivo del país para la integración a la sociedad del conocimiento, en un mundo cada vez más globalizado donde la educación es de gran importancia en el desarrollo económico y la competitividad de una sociedad.

En el primer capítulo se describe la metodología empleada en la investigación, la definición del problema a investigar, el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación del estudio. En el segundo capítulo se refiere a los antecedentes, ubicación regional, niveles educativos y mercado laboral. En el tercer capítulo se exponen la misión, la visión, los objetivos institucionales, las características de los planes de estudio, el modelo educativo y la vinculación. En el cuarto capítulo se estudia la factibilidad del PE educativo propuesto, los objetivos de la fundamentación, el perfil de la región, los aspectos económicos, la población, aspectos sociales, la infraestructura de la institución, mercado laboral, perfiles de ingreso y egreso, oferta demanda de servicios educativos . En el quinto capítulo se exponen la estructura del plan de estudios, los mecanismos de ingreso, la duración del plan de estudios, la metodología y técnicas de enseñanza, la estructura curricular, los programas por asignatura, los criterios de evaluación, requisitos de titulación, y infraestructura. En el sexto capítulo se interpretan los resultados de la demanda educativa, el análisis de oferta, el nivel educativo en la región, la evolución de la educación y la matrícula en el posgrado. En el capítulo séptimo se hace un análisis del desarrollo del programa de estudios propuesto con los objetivos generales, las estrategias, se describe el cronograma de las actividades, las conclusiones, se enuncian las recomendaciones y las propuestas.

### **Palabras Clave:**

Educación

Vinculación

Desarrollo

Posgrado

Globalización

## **Abstract**

This thesis makes the feasibility analysis of the relevance of the PhD in Engineering Physics at the Faculty of Physical and Mathematical Sciences of the Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo, emphasizing the link with the educational and productive sector of the country for integration the knowledge society in an increasingly globalized world where education is of great importance in the economic development and competitiveness of a society.

In the first chapter the methodology used in the research described, the definition of the research problem, the problem statement, objectives and rationale of the study. The second chapter refers to history, regional location, educational levels and labor market. In the third chapter the mission, vision, corporate objectives, the characteristics of the curriculum, the educational model and linking. In the fourth chapter the feasibility of the proposed educational PE is studied, the objectives of the foundation, the profile of the region, economics, population, social, infrastructure of the institution, labor market entry, supply demand for educational services. In the fifth chapter the structure of the curriculum, the mechanisms of entry, the duration of the curriculum, methodology and teaching techniques, curriculum structure, subject programs, the evaluation criteria, academic qualification requirements and infrastructure. In the sixth chapter the results are interpreted educational demand, supply analysis, the educational level in the region, and the development of education and enrolled in graduate school. In the seventh chapter it analyzes the development of the general objectives proposed curriculum is made, strategies, schedule of activities, the findings described, the recommendations and proposals set forth.

# INTRODUCCIÓN

En México como en el resto del mundo la educación es un tema de suma importancia, dado que a través de ésta las sociedades pueden hacer más fácil su integración a la llamada “sociedad del conocimiento”, además es una forma de poder hacer frente a la creciente globalización en la que estamos inmersos, por lo cual se convierte en uno de los motores fundamentales del desarrollo económico, la sociedad emplea la educación para integrar las nuevas generaciones a la producción de bienes intelectuales, ante sus necesidades de supervivencia, crecimiento y progreso. Esta generación de bienes intelectuales se concreta después en la producción de bienes materiales y servicios para la sociedad. La educación de posgrado constituye la etapa más avanzada del ciclo educativo y se encarga de la formación del personal de la más alta capacidad, tanto en el campo profesional como en los de la docencia y la investigación. Esto se ha demostrado a lo largo de la historia, y especialmente en los últimos años, cuando se ha visto como surgen nuevas economías globalizadas con altos niveles de producción y competitividad. Para llegar a esto se necesita estimular la inversión en educación superior.

Se puede afirmar que la educación superior en México es una instancia del sistema de educación nacional relativamente reciente. La mayoría de las universidades del país son jóvenes. Hasta 1930 sólo se habían establecido la Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, la Nacional de México, la de Yucatán, la de San Luis Potosí y la de Guadalajara. El resto de universidades públicas se crearon en la década de los sesenta y setentas. El desarrollo del posgrado en México ha estado supeditado al propio desarrollo de la educación superior y al de la ciencia y la tecnología, así como a las políticas públicas respectivas, promovidas e instrumentadas por las instancias u organismos abocados a esos efectos, principalmente ubicados en la administración pública. El posgrado en México inicia su desarrollo a partir de la década de los años setentas.

Las políticas sexenales seguidas en el país influenciaron las instituciones de educación superior, en cierto modo al igual que el sector de la producción y de los servicios, estuvieron por mucho tiempo en un régimen de tutela y protección por parte del Estado, con un mercado cautivo de consumidores de la educación y sobre todo del posgrado, constituido fundamentalmente por un mercado académico en expansión, y no se preocuparon, sino de manera genérica, en establecer mecanismos específicos y programas de relación y vinculación con el sector de la economía.

Con base en el informe 911 de la Subsecretaría de Educación Superior Universitaria, de la Secretaría de Educación Pública del periodo 2014-2015, la oferta de

posgrado en la república mexicana es de 11,147 programas registrados. La matrícula que atiende el posgrado es de 287,324 estudiantes.

Ahora, las necesidades del aparato productivo, los retos del desarrollo tecnológico, los tratados comerciales y la globalización, que plantean la apertura comercial y la integración económica, obligan a una mayor vinculación del posgrado con el sector de la producción y de los servicios. La educación superior en el mundo es un ámbito de profundas transformaciones, con repercusiones en los planos económico, social, político y cultural.

La OCDE señala que el sistema de educación superior en México es frágil y los problemas que más destacan son: el bajo impacto que tienen en la población el total de egresados de licenciatura, la rigidez de los programas de estudio, la excesiva duración de los programas y la escasa o nula vinculación entre las instituciones educativas y el sector productivo.

En este contexto, presento en este documento la fundamentación para la apertura del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UMSNH, para dar respuesta a una de las estrategias del “*Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND)*, además del *Plan Estatal de Desarrollo en Educación*” en los cuales, hacen suya la prioridad de la educación de calidad al incluirla como una de sus cinco metas nacionales. Para la creación de este posgrado resulta imprescindible, contar con un conjunto de actividades planteadas y organizadas en forma estratégica para plantear la propuesta, hacia el establecimiento de este programa académico.

*“La educación superior es un bien público que también produce beneficios privados.”*

# CAPÍTULO I

## METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de la investigación es la manifestación de un propósito, una finalidad y está dirigido a alcanzar un resultado, una meta o un logro. Para ese efecto se tiene que diseñar la forma de realizar la investigación. Para el proyecto se planteó el uso de un análisis de factibilidad con la finalidad de saber si es viable la incorporación del Doctorado en Ingeniería Física en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UMSNH.

**Tema:** Pertinencia para la incorporación del Doctorado en Ingeniería Físicas en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UMSNH

### 1.1 Diseño de la Investigación

La presente investigación tiene un diseño exploratorio, con el objetivo de analizar la factibilidad de la incorporación del Doctorado en Ingeniería Física en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UMSNH. El sustento técnico de la presente investigación se basa en primer término en determinar la infraestructura de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas.

### 1.2 Definición del Problema de Investigación

El desarrollo tecnológico de los últimos años ha provocado grandes cambios y nuevas tendencias en lo que se refiere a la evolución de las ciencias interdisciplinarias aplicadas a la solución de problemas de la sociedad moderna tales como nuevas fuentes de energía renovable para evitar el deterioro del medio ambiente, algunos problemas urbanos de ruta más corta, mejora de redes de comunicación y de desarrollo de la nanotecnología.

Enuestas realizadas entre los estudiantes de las licenciaturas y posgrado de ciencias e ingenierías, muestran que éstos buscan una alternativa para encauzar sus inquietudes de superación académica para especializarse en la aplicación de sus conocimientos adquiridos con el objeto de coadyuvar a la solución de problemas como los anteriormente planteados.

Desafortunadamente, en Michoacán no existen doctorados aplicados a la industria, que cubra sus expectativas. Lo anterior obliga a que algunos de ellos emigren o, peor aún, interrumpan su crecimiento académico, trayendo como consecuencia la falta de recursos humanos adecuadamente preparados y la consiguiente necesidad de importarlos.

Bajo la problemática anterior la UMSNH, como parte integrante de nuestra sociedad, no es ajena a las transformaciones que ella experimenta, más aún, es responsable de estar en permanente alerta a estos cambios con el fin de formar cuadros especializados, capaces de enfrentarlos y aprovecharlos en beneficio de la mayor cantidad de gente posible. La Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas de la UMSNH puede dedicar mayores recursos al desarrollo y aplicación de la ciencia y la tecnología a la innovación con la creación de este tipo de posgrados. Este programa de Doctorado propuesto intentará generar proyectos de innovación tecnológica que logren impactar en las actividades sociales y económicas del país. Es indudable que este Programa de Doctorado permitirá a la Universidad incrementar su calidad académica, y su vinculación (extensión universitaria) con los sectores productivos y de servicios y, en general, tener un mayor impacto social y una más amplia proyección hacia el futuro.

### 1.2.1 Planteamiento del Problema

#### □ Delimitación del Problema

Temporal: 2016

Espacial: Morelia, Michoacán, México

Demográfico: *Estudios de Posgrado*

Tema: *Incorporación del Doctorado en Ingeniería Física en la Facultad de Ciencias físico Matemáticas de la UMSNH, Morelia Michoacán de Ocampo.*

### 1.3 Preguntas de la Investigación

- ¿Son suficientes los doctorados en Ingeniería ofrecidos a la demanda universitaria del estado de Michoacán?
- ¿Es ofrecido el Doctorado en Ingeniería Física en el estado?
- ¿Existe demanda para el Doctorado en Ingeniería Física?
- ¿Será necesaria la incorporación del Doctorado en Ingeniería Física?
- ¿De acuerdo a las características y necesidades del estado de Michoacán, que planes y programas se manejarán, será necesaria la incorporación de un posgrado como este?
- ¿Existe la infraestructura necesaria en la facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la UMSNH para su incorporación?

## 1.4 Objetivos

- ✓ Analizar la factibilidad de la incorporación de un Doctorado en Ingeniería Física en el estado de Michoacán.
- ✓ Crear una propuesta de incorporación en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas.

### Objetivos Específicos

- ✓ Promover la transferencia de conocimientos por parte del egresado a las instituciones en las que se desempeña.
- ✓ Formar profesionales comprometidos con su comunidad, con calidad educativa de estándares internacionales para mejorar el desempeño individual y de la organización, a través de modelos educativos y tecnología.
- ✓ Formar doctores con conocimiento en alguna de las siguientes áreas:
  - a).- Modelado.
  - b).- Ciencia e ingeniería de materiales.
  - c).- Estructura de la materia.
  - d).- Fuentes de energía renovable.
- ✓ Formar doctores cuyo desempeño contribuya al desarrollo social, industrial o ambiental de su entorno mediante el desarrollo de proyectos interdisciplinarios y/o vinculados con la industria del país.

## 1.5 Justificación del Estudio

Su creación se justifica como respuesta a la complejidad de los campos que convergen en el avance tecnológico, haciendo necesaria la formación de ingenieros que conjuguen un fuerte conocimiento en matemáticas y física, con el desarrollo de habilidades encaminadas a resolver problemas tanto convencionales como nuevos, en campos de ingeniería y ciencia. Esto es, profesionales orientados a la tecno-ciencia, que puedan operar en la interface entre lo científico y lo ingenieril, con opciones abiertas entre la ciencia física y la ingeniería. Es ya bien conocido que, aunque difieran en el objeto de conocimiento del que se ocupan (materiales, estructuras, sistemas eléctricos, sistemas de información, reacciones químicas, sistemas informáticos, etc.), las carreras de Ingeniería son afines por su interés en los siguientes aspectos:

- Desarrollo y/o apropiación de tecnología.
- Diseño, operación y control de procesos relativos a su objeto de conocimiento.

Los estándares internacionales de calidad de la educación superior requerida por una sociedad señalan los siguientes aspectos como condiciones indispensables para el logro de autonomía:

- El conocimiento y dominio de las ciencias exactas y naturales, y su incorporación creciente a las actividades profesionales de las Ingenierías.
- El desarrollo de destrezas investigativas hacia la producción de nuevo conocimiento y de tecnología propia.
- La apropiación del nuevo conocimiento y de las tecnologías desarrolladas en otros lugares.
- El desarrollo de habilidades para el trabajo en grupos interdisciplinarios.

La Ingeniería Física es afín a las demás Ingenierías en los aspectos arriba mencionados, sin embargo, el desarrollo de la Física Aplicada en lo relativo a aproximaciones propias a objetos de conocimientos específicos (la metrología, la instrumentación científica, el control de medidas, el desarrollo de nuevos materiales, la nano-tecnología, las aplicaciones y procedimientos ópticos, sistemas biofísicos, sistemas geofísicos, etc.) no sólo la justifican como nueva disciplina, sino que le abren un espacio en el conjunto de las que soportan la autonomía científica y tecnológica de los países. Para la UMSNH y ANUIES, la calidad educativa debe construirse a partir de la eficiencia en los procesos, la eficacia en los resultados, así como con la relevancia y congruencia de procesos y resultados con las expectativas y demandas de la sociedad actual.

Ante este panorama, ANUIES enfatiza que las instituciones deberán operar partiendo de una serie de indicadores y recomendaciones, que a través de su concreción en políticas educativas claras, y el diseño de proyectos de transformación de las instituciones educativas, les permita consolidarse en esquemas de calidad y pertinencia, entre otros, se señalan:

- Desarrollo de estructuras organizacionales, normas y sistemas de gobierno que favorezcan un funcionamiento eficiente y congruente con su naturaleza y visión.
- Formación permanente de recursos humanos necesarios para la realización de sus funciones sustantivas en un contexto de calidad.
- Disposición de recursos materiales y económicos en la cantidad, con la calidad, la seguridad y oportunidad necesarias para un desarrollo eficiente de sus funciones.
- Mejora de mecanismos para la preservación y difusión de la cultura en un contexto de pluralismo, y de aquellos que permitan una mayor vinculación con los diversos sectores de la sociedad.
- Impulso a las tareas de generación y aplicación del conocimiento para la autonomía.

ANUIES plantea como visión de la educación para el 2020 la conformación de un gran sistema de mayores dimensiones y cobertura, diversificado, integrado, y de la más alta calidad, requiriéndose de una interacción efectiva entre las IES que lo conforman y su

apertura al entorno estatal, regional, nacional e internacional. Con reglas e instrumentos adecuados para su coordinación y regulación que les doten de certeza jurídica, garanticen su estabilidad, adecuada operación, y faciliten la movilidad académica.<sup>2</sup>

Para nuestra Facultad, una institución de carácter público, comprometida con la sociedad, la educación es la base de su existir y tiene como objetivo la formación de técnicos, profesionales, maestros universitarios e investigadores capaces de desempeñarse eficientemente en la sociedad del conocimiento; poseedores de un amplio sentido de la vida, valores humanísticos y con plena conciencia de la situación regional y nacional; que aplican principios y valores universitarios, se comprometen con el desarrollo sustentable, económico, científico, tecnológico y cultural de la humanidad; son innovadores y competitivos, logran su desarrollo personal y contribuyen al progreso del país en el contexto internacional. En nuestra institución se considera en los planes de estudio: la formación ética, facilitar la igualdad de acceso a los diferentes sectores, sin restricciones por sexo, edad, raza o religión. Además, de ser un espacio de aprendizaje permanente, que aproveche las herramientas que en la actualidad ofrecen las tecnologías de la información y las comunicaciones para trasladar el conocimiento a la mayor población posible.

En este mundo globalizado donde lo único permanente es el cambio, no se puede obviar que una persona con estudios de posgrado, tiene mayores oportunidades de salir avante en el mundo laboral, pues contará con las herramientas necesarias para ser más competitivo.

Lo principal; la vinculación con el sector productivo y la sociedad del PE educativo propuesto.

La vinculación y la extensión deben entenderse como la salida y transferencia de saberes y prácticas de los conocimientos adquiridos en los recintos universitarios hacia los diferentes ámbitos de la sociedad que lo demandan, la sociedad bien puede descomponerse en su actividad económica, social, política, cultural y ambiental, esferas que simultáneamente constituyen los retos del actual Plan de nacional de desarrollo cuya lógica de retroalimentación es que la que la universidad aprenda y sus diversos sectores – gobierno-sociedad e instituciones-se vean beneficiados por los programas de vinculación universitarios. En la sociedad de la información y la economía del conocimiento, la vinculación de las universidades con los sectores productivos, públicos y social, adquiere una importancia estratégica, tanto para esas entidades, como para las instituciones educativas de nivel superior debido a que se constituye como un criterio de financiamiento. Sin embargo, la misión de las instituciones públicas va más allá de ser generadoras de fuerza laboral para el sector productivo, son en primera instancia, fuente del conocimiento, ideologías, cultura, política así como las creadoras de la nueva realidad del país. Evaluar dichos efectos implicaba en primer lugar, tener un diagnóstico claro de la situación formal de la vinculación dentro de las principales Facultades de la UMSNH, clasificadas por áreas del conocimiento. Estos resultados se sistematizan en el primer informe que el equipo de trabajo responsable de la Facultad de Economía entrega como primer informe de resultados

a la Coordinación de la Investigación Científica (CIC). Algunos detalles de dicho artículo bajo el título: “*Etapa II: Elaboración de tipología de Vinculación en la UMSNH Objetivo*” “En él se plantea la evaluación de las distintas estrategias que acompañan a la vinculación formal e informal. Identificando las variables sociales, económicas, políticas y culturales de nuestro entorno que propician y sustentan las prácticas formales e informales en materia de vinculación y cooperación clasificadas por áreas del conocimiento.

“En los dos últimos lustros la vinculación con la sociedad, específicamente con el sector productivo, ha sido uno de los objetos más deseados por todas las universidades mexicanas. Han celebrado cientos, si no es que miles, de convenios de colaboración, han creado amplias y costosas estructuras administrativas encargadas de esta función, han realizado foros, debates, y el balance –a la fecha– es negativo. Son mínimos los resultados, parecería que se ha alcanzado sólo la sombra del objeto deseado”. Cuál es la razón de que algo tan profundamente deseado no se obtenga? Al parecer, como en muchas otras circunstancias similares, no basta con la pura voluntad de poseerlo. La premisa es que las universidades mexicanas han emprendido “acercamientos” con la planta productiva o con la sociedad, a partir de un desconocimiento, especialmente teórico, de la función de vinculación. La escasa vinculación de la educación superior no es un problema exclusivo de México, el mismo proceso o el mismo comportamiento se encuentra al menos en los países de América Latina. Algunos de los resultados detectados en varias regiones por dos estudiosos del tema, Arocena y Sutz (2001).<sup>3</sup>

Hasta ahora se plantea que las universidades tienen tres funciones sustantivas: la docencia, la investigación y la extensión. Sin embargo, cada vez es más necesario ampliar este horizonte de funciones, posgrados enfocados hacia la vinculación, lo cual estará contemplado en el proyecto de doctorado propuesto.

## 1.6 Hipótesis

- Existe demanda potencial en el estado de Michoacán para la implementación del posgrado Ciencias en Ingeniería Física.
- De acuerdo con las características y necesidades del estado y el país, es necesaria la incorporación del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física.
- La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas cuenta con la infraestructura para la incorporación del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física.

## 1.7 Universo

Además de los egresados del programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, los cuales serían una fuente natural de aspirantes al programa de doctorado, existe un número suficientemente grande de programas de maestría en ciencias afines a este

programa de posgrado, como los son Ing. Química, Ing. Eléctrica, Civil, Mecánica, Electrónica etc., cualquier egresado de estos programas de maestría es un potencial aspirante del presente programa de doctorado. Tomando en cuenta que no existen en el país programas idénticos al de esta propuesta, confiamos que ese número aumentará en la medida en que el programa se difunda en los medios universitarios. Si a esto agregamos su posible inmediata inclusión en el PNPB, esto hará que el programa sea muy atractivo para los egresados de los programas mencionados.

# CAPÍTULO II

## MARCO TEORICO

### Datos Generales

La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas es una de las instituciones de carácter público que conforman a la Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, primera Universidad de la Nueva España y actualmente máxima casa de estudios del estado de Michoacán de Ocampo.

<i>INSTITUCIÓN:</i>	<i>Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo</i>
<i>DOMICILIO:</i>	<i>General Francisco J. Mujica S/N</i>
<i>COLONIA:</i>	<i>Ciudad Universitaria</i>
<i>CIUDAD:</i>	<i>Morelia</i>
<i>ESTADO:</i>	<i>Michoacán de Ocampo</i>
<i>CÓDIGO POSTAL:</i>	<i>CP 58030</i>
<i>TELÉFONO:</i>	<i>01 443 322 3500</i>
<i>FAX:</i>	<i>01 443 322 3500</i>
<i>WEB:</i>	<i><a href="http://www.umich.mx">http://www.umich.mx</a></i>
<i>TIPO DE INSTITUCIÓN:</i>	<i>Oficial</i>
<i>Rector UMSNH:</i>	<i>Dr. Medardo Serna González</i>
<i>Director de LFCFM:</i>	<i>Dr. Eduardo Tututi Hernández</i>
<i>Niveles que Ofrece:</i>	<i>PE de Licenciatura en Ciencias Físico Matemáticas, PE de Maestría en Ingeniería Física, PE de Maestría en Ciencias Matemáticas, PE Doctorado en Ciencias Matemáticas</i>

### 2.1 Antecedentes

#### □ Orígenes

La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo se estableció el 15 de octubre de 1917 y es en la actualidad, la institución de educación superior de mayor tradición en el estado de Michoacán.

Sus antecedentes históricos se remontan a 1540, año en que don Vasco de Quiroga fundara en la ciudad de Pátzcuaro el Colegio de San Nicolás Obispo; gracias a sus negociaciones, Carlos I de España expidió una Cédula Real el 1o. de mayo de 1543, en la que aceptaba

asumir el patronazgo del colegio, con lo que a partir de esa fecha pasaba a ser el Real Colegio de San Nicolás Obispo. En 1580 con el cambio de la residencia episcopal de Pátzcuaro a Valladolid, San Nicolás también fue trasladado fusionado al Colegio de San Miguel Guayangareo. El 17 de octubre de 1601, Fray Domingo de Ulloa recibió la bula de Clemente VIII, que ordenaba establecer un Seminario Conciliar aprovechando la infraestructura de San Nicolás. A finales del siglo XVII el Colegio de San Nicolás sufrió una profunda reforma en su reglamento y constituciones, que sirvió de base para la modificación al plan de estudios de principios del siglo XVIII, en el que entre otras cosas se incluyeron las asignaturas de Filosofía, Teología Escolástica y Moral. Un Real Decreto del 23 de noviembre de 1797, concedió a San Nicolás el privilegio de incorporar las cátedras de Derecho Civil y Derecho Canónico a su estructura.

Al comenzar el siglo XIX, las consecuencias del movimiento de independencia encabezado por un selecto grupo de maestros y alumnos nicolaitas, entre los que se ubican Miguel Hidalgo y Costilla, José Ma. Morelos, José Sixto Verduzco, José Ma. Izazaga e Ignacio López Rayón, llevaron al gobierno virreinal a clausurarlo.

Una vez consumada la Independencia de México, las medidas tendientes a la reapertura del plantel se iniciaron durante la década de los años veinte, tras una larga y penosa negociación entre la Iglesia y el Estado, el Cabildo Eclesiástico cedió, el 21 de octubre de 1845, a la Junta Subdirectora de Estudios de Michoacán el Patronato del plantel.

Con esta base legal, el gobernador Melchor Ocampo procedió a su reapertura el 17 de enero de 1847, dándole el nombre de Primitivo y Nacional Colegio de San Nicolás de Hidalgo, con ello se inició una nueva etapa en la vida de la institución.

Al triunfo de la Revolución Mexicana, cuando a escasos días de tomar posesión del gobierno de Michoacán, el ingeniero Pascual Ortiz Rubio tomó la iniciativa en sus manos, logrando establecer la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo el 15 de octubre de 1917, formada con el Colegio de San Nicolás de Hidalgo, las Escuelas de Artes y Oficios, la Industrial y Comercial para Señoritas, Superior de Comercio y Administración, Normal para profesores, Normal para profesoras, Medicina y Jurisprudencia, además de la Biblioteca Pública, el Museo Michoacano, el de la Independencia y el Observatorio Meteorológico del estado<sup>4</sup>.

### **2.1.1 Antecedentes de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas**

El desarrollo de la Ciencia en la Universidad Michoacana en su época relativamente reciente tiene como antecedente importante la extinta Facultad de Altos estudios “Melchor Ocampo”. De ella habrían de surgir las actuales licenciaturas de Filosofía, Biología, Historia y Físico-Matemáticas. El espíritu y filosofía de su modelo académico estaba sustentado en la inter y multidisciplinar, así como en la oferta de licenciaturas afines dentro

de una misma unidad académica. Este modelo no ha podido subsistir dentro de nuestra universidad. En cambio sí ha persistido el modelo ya poco usual de una escuela por cada licenciatura, salvo algunas excepciones. Bajo este esquema es que se reabrió la actual Licenciatura en Ciencia Físico-Matemáticas, la cual ha heredado en parte las metas y fines que se planteara aquella Facultad como son la difusión, la docencia y la investigación de la Física y de las Matemáticas como ciencias básicas.

La Facultad de Altos Estudios “Melchor Ocampo” fue creada el 17 de noviembre de 1961. En ella se ofrecían las licenciaturas en Historia, Filosofía y Físico-Matemáticas. La vida de la Facultad fue efímera, ya que por razones políticas fue cerrada en el año de 1966. Algunos aspectos importantes de su organización académica eran:

- Cada carrera se cubriría en un período de cuatro años.
- Los alumnos tenían asignado un asesor académico, con el objeto de apoyarlos y orientarlos en sus estudios.
- Se podía aspirar al título de profesor universitario, el cual se adquiría al termina.

Los fines que perseguía la Facultad eran:

- ✓ Impartir enseñanza científica y humanística en el nivel superior.
- ✓ Preparar profesores universitarios.
- ✓ Impartir los estudios necesarios para obtener títulos profesionales y grados académicos en las diferentes especialidades que se establecieran.
- ✓ Formar investigadores científicos.
- ✓ Realizar investigaciones en estrecha colaboración con el Consejo de Investigación Científica
- ✓ Contribuir a formar la conciencia social en los problemas de alta cultura.

La Licenciatura en Ciencias Físico-Matemáticas se creaba para retomar el objetivo de realizar enseñanza de la Física y de las Matemáticas en un nivel superior. Cabe mencionar que desde aquella época ya se preveía la apertura de cursos de Maestría y Doctorado en diversas especialidades y se buscó que los egresados de Físico-Matemáticas tuvieran acceso al Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN.

## 2.2 Ubicación Regional

Desde su fundación la Universidad Michoacana ha venido proyectando y reformando su vida académica; Actualmente, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo es la institución de educación superior de más tradición histórica y académica en el Estado de Michoacán y de la región, y una de las 10 mejores a nivel nacional. Cuenta con

instalaciones en las ciudades de Morelia, Uruapan, Apatzingán, Huétamo, Lázaro Cárdenas, Zitácuaro e Hidalgo, donde ofrece diferentes programas educativos. Cabe señalar que aunque la mayor parte de los alumnos son de la entidad, recibe jóvenes de casi toda la república. Así, la UMSNH, es una Institución pública de enseñanza media-superior y superior que se ubica en el centro-occidente del país y es una de las más antiguas del continente. Se distingue por su legado histórico y humanista. Desde sus orígenes se ha mantenido fiel a sus fines y principios promoviendo la formación de profesionales comprometidos con el bienestar de la comunidad. Su vida académica está vinculada con los más significativos movimientos sociales del país; su vocación y principios filosóficos, plasmados en la Ley Orgánica, coinciden plenamente con tres de las principales orientaciones de la UNESCO para la ES: *la facilidad de acceso, la no-discriminación y la construcción de la paz.*

La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas tiene sede en la región 1 del Estado (centro) de acuerdo a la guía de Carreras y programas de Posgrado 2006-2010.

La Región Centro comprende 12 municipios, los cuales son: Álvaro Obregón, Copándaro, Cuitzeo, Charo, Chucándiro, Huandacareo, Indaparapeo, Queréndaro, Santa Ana Maya, Tarímbaro, Zinapécuaro y como sede de la región el municipio de Morelia.

Dentro de la región centro la Secretaría de Educación Pública divide la educación superior en diversos subsistemas:

Tabla 2.2.A Escuelas de educación superior en el estado

Sistema	Opción	Escuela
Subsistema Universitario	Publicas	*Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. *Universidad Pedagógica Nacional (UPN). *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Campus Morelia.
	Privadas	*Centro de Estudios Universitarios Sor Juana Inés de la Cruz, Campus Morelia. *Instituto Michoacano de Ciencias de La Educación José María Morelos. *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Morelia. *Universidad de Morelia, UDEM. *Universidad Interamericana para el desarrollo, UNID, Campus Morelia. *Universidad La Salle, ULSA, Campus Morelia. *Universidad Latina de América, UNLA. *Universidad Vasco de Quiroga, UVAQ, Campus Morelia. *Universidad Mexicana de Educación a Distancia.
Subsistema Universidades Tecnológicas	Publicas	*Universidad Tecnológica de Morelia.
Subsistema Tecnológico	Publicas	*Instituto Tecnológico de Morelia. *Instituto Tecnológico Agropecuario.
Subsistema Formación Docente	Publicas	*Escuela Normal Superior de Michoacán. *Escuela Normal de Educadoras *Escuela Normal Rural vasco de Quiroga. *Escuela Normal Urbana Federal. *Escuela Normal de Educación Física.
	Privados	*Centro de Actualización del Magisterio. *Escuela Normal Particular Motolinía. *Escuela Normal Particular Anahúac.
Subsistema Institutos	privados	*Instituto Sor Juana Inés de la Cruz. *Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Michoacán.
Subsistema Otros Centros	Públicos	*Centro de Investigación y desarrollo del Estado de Michoacán. *Centro de Educación Continua IPN, Unidad Morelia.
	Privados	*Escuela Superior de Música Las Rosas.

		*Instituto de Estudios superiores de Comunicación.
--	--	--

## 2.2.1 Niveles Educativos de la UMSNH

Para el ciclo escolar 14/15 la UMSNH tenía una matrícula de 57,607 alumnos inscritos en los diferentes programas educativos de la Universidad.

### ➤ BACHILLERATO:

▪ Ciencias Económicas Administrativas, Ciencias Histórico Sociales, Ciencias Químico Biológicas e Ingeniería y Arquitectura.		
<i>Matricula Nuevo ingreso</i>	5010	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15</i>
<i>Matricula Total</i>	13,630	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15</i>

### ➤ NIVEL TÉCNICO:

▪ Escuela de Enfermería	2002	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15</i>
<i>Eficiencia Terminal</i>	86.67%	
▪ Idiomas:	5000	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>No tiene un sistema escolarizado</i>		

### ➤ LICENCIATURAS:

▪ <b>Escuela de Ciencias Agropecuarias:</b>		
<i>Tronco común</i>	83	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Administración de Empresas Agropecuarias</i>	17	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Ingeniería Agrónoma Horticultura</i>	08	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Eficiencia Terminal</i>	26.00%	

▪ <b>Esc. de Lengua y Literatura Hispánicas:</b>	299	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Eficiencia Terminal</i>	64.83%	

▪ <b>Escuela Popular de Bellas Artes:</b>		
<i>Tronco común</i>	95	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Licenciatura en Música</i>	00	
<i>Artes visuales</i>	65	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Danza</i>	92	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Teatro</i>	35	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Eficiencia Terminal</i>	40.00%	

▪ <b>Facultad de Agro biología:</b>		
<i>Tronco común</i>	444	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Ingeniería agrónoma con orientación en Bosques</i>	382	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Fitomejoramiento</i>	180	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Fruticultura</i>	322	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Parasitología y Zootecnia</i>	240	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Eficiencia Terminal</i>	13.94%	

▪ <b>Facultad de Arquitectura:</b>	2142	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	65.48%	
▪ <b>Facultad de Biología:</b>	1019	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	90.00%	
▪ <b>Fac. de Ciencias Físico-Matemáticas:</b>	342	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal del</i>	25.66%	
<b>Fac. de Ciencias Médicas y Biológicas:</b>	3503	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	87.29%	
▪ <b>Facultad de Contaduría y Ciencias Admin.:</b>		
<i>Tronco común</i>	2229	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Licenciado en Administración</i>	1737	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Contaduría</i>	903	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Informática Administrativa</i>	320	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	19.50%	
▪ <b>Fac. de Derecho y Ciencias Sociales:</b>	6690	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	64.00%	
▪ <b>Fac. de Economía "Vasco de Quiroga":</b>	922	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	45,41%	
▪ <b>Facultad de Enfermería:</b>	493	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	62.66%	
▪ <b>Fac. de Filosofía "Samuel Ramos":</b>	189	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	46.00%	
▪ <b>Facultad de Historia:</b>	581	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	71.51%	
<b>Facultad de Ingeniería Civil:</b>	1677	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	50.00%	
▪ <b>Facultad de Ingeniería Eléctrica:</b>		
<i>Ing. Electrónica</i>	307	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Ing. Eléctrica</i>	323	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Computación</i>	624	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	32.90%	
▪ <b>Ing. Tecnología de la Madera:</b>	134	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	38.89%	
▪ <b>Facultad de Ingeniería Mecánica:</b>	663	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	16.6%	
<b>Facultad de Ingeniería Química:</b>	580	alumnos en el ciclo escolar 14/15.
<i>Eficiencia Terminal</i>	51.97%	

▪ <b>Fac. Medicina Veterinaria y Zootecnia:</b>	1065	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Eficiencia Terminal</i>	40.43%	

▪ <b>Facultad de Odontología:</b>	3478	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Eficiencia Terminal</i>	50.77%	

▪ <b>Facultad de Psicología:</b>	2044	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Eficiencia Terminal</i>	70.92%	

▪ <b>Fac. de Químico Farmacobiología:</b>	2,594	<i>alumnos en el ciclo escolar 14/15.</i>
<i>Eficiencia Terminal</i>	70.00%	

### ➤ NUEVAS CARRERAS DE LICENCIATURA

<b>Nuevas Carreras de Licenciatura UMSNH</b>	<b>Ciclo escolar 15/16</b>
<i>Licenciatura en Ingeniería en Energías y Sustentabilidad</i>	
<i>Licenciatura en Ingeniería en Innovación Tecnológica de Materiales</i>	
<i>Licenciatura en Biotecnología</i>	
<i>Licenciatura en Ingeniería Ambiental</i>	

### ➤ ESPECIALIDAD

<b>Medicina y Ciencias de la Salud 14/15</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>Especialidad en Pediatría</i>	17	<i>No Aplica</i>
<i>Especialidad en Medicina Familiar</i>	14	<i>No Aplica</i>
<i>Especialidad en Ortodoncia</i>	28	<i>No Aplica</i>
<i>Especialidad en Endodoncia</i>	19	<i>No Aplica</i>

<b>Humanidades y Ciencias de la Conducta:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>Esp. en Restauración de Sitios y Monumentos</i>	08	<i>En Desarrollo</i>

<b>Ciencias Sociales:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>Especialidad en Derecho Penal</i>	29	<i>No Aplica</i>
<i>Especialidad en Derecho Procesal</i>	48	<i>No Aplica</i>
<i>Esp. en Impartición y Admin. de Justicia</i>	29	<i>No Aplica</i>
<i>Especialidad en Justicia Administrativa</i>	00	<i>No Aplica</i>
<i>Especialidad en Procuración de Justicia</i>	24	<i>No Aplica</i>

### ➤ MAESTRÍA

<b>Ciencias Exactas, Tierra, Mar y Atmósfera:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>Maestría en Ciencias en el Área de Física</i>	18	<i>Competencia Internacional</i>
<i>Programa Conjunto de Maestría en Matemáticas</i>	10	<i>En Consolidación</i>
<i>Programa Conjunto de Dr. en Matemáticas</i>	06	<i>Consolidado</i>
<i>M. en Geociencias y Planificación del Territorio</i>	18	<i>Consolidado</i>
<i>Maestría en Educación Matemática</i>	00	<i>No Aplica</i>
<i>Maestría En Ciencias en Ingeniería Física</i>	20	<i>Reciente Creación</i>

<b>Biología y Química</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>Maestría en Ciencias en Limnología Acuicultura</i>	06	No Aplica
<i>Maestría en Ciencias en Ingeniería Química</i>	09	Consolidado
<i>Maestría en Ciencias Químicas</i>	08	Reciente Creación
<i>Maestría en Ciencias en Ecología Integrativa</i>	10	Reciente Creación
<i>Programa Institucional en Ciencias Biológicas</i>	11	Reciente Creación

<b>Medicina y Ciencias de la Salud:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>Maestría en Ciencias de la Salud</i>	26	Consolidado
<i>Maestría en Enfermería</i>	10	No Aplica
<i>Maestría en Psicología</i>	15	No Aplica

<b>Humanidades y Ciencias de la Conducta:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>Programa Ins. de M. en Filosofía de la Cultura</i>	00	Liquidada
<i>M. en Arq. Invest. Restauración de Sitios.</i>	11	Consolidado
<i>Maestría en Historia de México</i>	10	Competencia Internacional
<i>Opción en Historia de América</i>	02	Competencia Internacional
<i>Opción en Historiografía</i>	00	Competencia Internacional
<i>Opción en Historia Regional Continental</i>	11	Competencia Internacional
<i>Maestría en Enseñanza de la Historia</i>	14	En Desarrollo
<i>Maestría en estudios del Discurso</i>	05	Reciente Creación

<b>Ciencias Sociales:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>Maestría en Derecho de la Información</i>	12	Reciente Creación
<i>Maestría en Derecho(opción terminal)</i>	54	Reciente Creación
<i>Maestría en Administración</i>	187	No Aplica
<i>Maestría en Fiscal</i>	61	No Aplica
<i>Maestría en Ciencias en Desarrollo Local</i>	13	En Evaluación
<i>Maestría en Ciencias en Negocios Internacionales</i>	17	En Evaluación
<i>Maestría en Políticas Públicas</i>	09	En Evaluación
<i>M. en Gestión Pública de la Sustentabilidad</i>	05	No Aplica

<b>Biotecnología y Ciencias Agropecuarias:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>M. en Des. Tec. en Sistemas de Prod. Animal</i>	00	No Aplica
<i>Maestría en Prod. Agropecuaria Agrícola</i>	07	Reciente Creación
<i>Maestría en Prod. Agropecuaria Forestal</i>	00	Reciente Creación
<i>Maestría en Prod. Agropecuaria Pecuaria</i>	00	Reciente Creación
<i>Maestría en Prod. Agropecuaria Agronegocios</i>	00	No Aplica
<i>Maestría en Ciencias en Biología Experimental</i>	29	Consolidado

<b>Ingeniería y Tecnología:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
<i>Maestría en Metalurgia y Ciencias de los Materiales</i>	18	Consolidado
<i>Maestría en Ciencias en Ingeniería Química</i>	21	Reciente Creación
<i>Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica</i>	33	Consolidado
<i>Maestría en Ingeniería en el área de Estructuras</i>	00	No Aplica
<i>Maestría en Ciencias y Tecnología de la Madera</i>	09	Consolidado
<i>Maestría en Ciencias en Ingeniería Mecánica</i>	34	Consolidado
<i>Maestría en Infra. del Transporte Vías Terrestres</i>	27	Consolidado
<i>Maestría en Diseño Avanzado</i>	05	Reciente Creación
<i>Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental (civil)</i>	07	En Desarrollo
<i>Maestría en Ingeniería en el Área de Estructuras</i>	13	Consolidado
<i>Materia en C. en Ingeniería Ambiental (Ing. Química)</i>	04	No Aplica
<i>Maestría en Ciencias en Ingeniería Ambiental (Biología)</i>	09	Reciente Creación
<i>Maestría en Ciencias Biológicas (I.I.A.F.)</i>	32	Reciente Creación

Maestría en Ciencias Biológicas (Agro biología)	08	No aplica
Maestría en Ciencias Biológicas (MVZ)	14	No Aplica
Maestría en Ciencias Biológicas (Biología)	34	Reciente Creación
Maestría en Ciencias Biológicas (Quimicofarmacobiología)	16	No Aplica

## ➤ DOCTORADO

<b>Ciencias Exactas, de la Tierra, del Mar y de la Atmósfera:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
Doctorado en Ciencias en el Área de Física	21	Consolidado
Doctorado en Matemáticas	08	Consolidado

<b>Humanidades y Ciencias de la Conducta:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
Programa Inter. de Doctorado en Arquitectura	05	Consolidado
Programa Inter. de Doctorado en Historia	39	En Desarrollo
Doctorado en Filosofía	22	En Evaluación
Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional	03	En desarrollo
Doctorado en Ciencias en Desarrollo Sustentable	07	No Aplica
Doctorado Interinstitucional en Arte y Cultura	05	Reciente Creación

<b>Ciencias Sociales:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
Doc. en Ciencias del Desarrollo Regional	06	No Aplica
Doc. en Ciencias en Negocios Internacionales	27	En Desarrollo
Doctorado en Administración	19	Reciente Creación
Doctorado Interinstitucional en Derecho	00	En Desarrollo
Doctorado Interinstitucional en Psicología	02	Reciente Creación
Doctorado en Políticas Públicas	05	Reciente Creación
Programa Institucional de Maestría en Filosofía de la Cultura	06	Reciente Creación

<b>Biotecnología y Ciencias Agropecuarias:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
Opción de Biología Experimental	20	No Aplica
Manejo de los Recursos Naturales (Biología)	05	Consolidado
Opción en Recursos Bióticos (Biología)	01	En Consolidación
Ciencias Agrícolas (Biología)	02	Reciente Creación
Biotecnología Alimentaria (Biología)	01	Reciente Creación
Doctorado Biotecnología Molecular Agropecuaria	08	No Aplica
Programa Institucional de Doctorado en Ciencias Biológicas	12	Consolidado

<b>Ingeniería y Tecnología:</b>	<b>Alumnos</b>	<b>Nivel PNPC</b>
Doctorado en Sistemas Eléctricos (Ing Eléctrica)	11	Consolidado
Doctorado. en Sistemas Computacionales (Ing. Elec.)	09	Consolidado
Doctorado Sistemas de Control (Ing. Eléctrica)	04	Consolidado
Doctorado en Ciencias Metalurgia y Ciencias de los Materiales	15	Consolidado
Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química	17	En Desarrollo
Doctorado en Ciencias Químicas	08	Reciente Creación
Doctorado en ciencias en Ingeniería Mecánica	07	Reciente Creación

Total POSGRADO

1,147 alumnos en el ciclo escolar 14/15

Datos: Comisión de Planeación Universitaria, UMSNH (14/15)<sup>5</sup>

La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas (FCFM), perteneciente a la UMSNH, tiene los siguientes grados: el PE de Licenciatura en Ciencia Físico Matemáticas, el PE de Maestría Matemáticas, el PE de Maestría en Educación Matemática, el PE de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física y el PE de Doctorado en Matemáticas.

### Servicios Académicos y Administrativos: Facultad de Ciencias Físico Matemáticas

<i>Director:</i>	<i>Dr. Eduardo Tututi Hernández</i>	<i>tututi@umich.mx</i>
<i>Sec. Académico:</i>	<i>Dr. Gloria Andablo Reyes</i>	<i>gloria.andablo@gmail.com</i>
<i>Sec. Administrativo:</i>	<i>Lic. Azucena Chávez González</i>	<i>dagoza35@yahoo.com</i>
<i>Dir. Posgrado Física:</i>	<i>Dr. Fernando I. Ramírez Zavaleta</i>	<i>feryuphy@yahoo.com.mx</i>
<i>Dir. Posgrado Matemáticas:</i>	<i>Dr. Francisco Domínguez Mota</i>	<i>demota@gmail.com</i>
<i>Jefe Lab. Computo:</i>	<i>LFM Jesús Ortiz Bajar</i>	<i>ojessus@gmail.com</i>
<i>Jefe Lab. Física</i>	<i>Dr. Luis M. Hernández Hernández</i>	<i>luismb01@yahoo.com.mx</i>
<i>Control escolar</i>	<i>Lic. Fernando D. Alejo Batalla</i>	<i>ferdom@yahoo.com.mx</i>

#### □ Matricula Actual LCFM

○ <i>Licenciatura en Ciencias Físico Matemáticas (LCFM):</i>	<i>332</i>	<i>ciclo 14/15</i>
○ <i>Maestría en Matemáticas Posgrado conjunto LCFM-UNAM:</i>	<i>10</i>	<i>ciclo 14/15</i>
○ <i>Maestría en Ciencias e Ingeniería Física:</i>	<i>20</i>	<i>ciclo 14/15</i>
○ <i>Doctorado en Matemáticas:</i>	<i>08</i>	<i>ciclo 14/15</i>

## 2.3 Mercado laboral

Dada la diversidad de disciplinas con las que tiene contacto el alumno en el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física durante su formación, es capaz de integrarse a los más variados ambientes de trabajo tales como; metrología, Instituciones del sector salud en medicina nuclear, electrónica, electricidad, centros de investigación y desarrollo de materiales, tratamientos térmicos, empresas de metal-mecánica así como desarrollo de software. Un gran porcentaje de los egresados continúan con estudios de posdoctorado en instituciones nacionales y del extranjero, la parte restante se integra a alguna área de trabajo, como lo vimos en la investigación macro regional esta área es una de las más favorecidas por el mercado laboral.

La actividad industrial en México juega un papel muy importante en el desarrollo tanto económico como social. Este ámbito o giro es representativo fundamental en la generación y distribución de la riqueza, originando fuentes de empleo así como incorporando a la población a sectores modernos de la economía. El plan de estudios de la carrera de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física en la FCFM de la UMSNH está enfocado a la búsqueda de soluciones innovadoras en las áreas mencionadas requiere además de la capacidad de aprovechar eficientemente el conocimiento ya existente la habilidad de realizar estudios propios (teóricos y

experimentales) que lleven a la creación de conocimientos nuevos. Esta capacidad de investigación orientada es indispensable para una sociedad moderna basada en el conocimiento, y apoya también la competitividad de los países y regiones. El plan de estudios de la carrera cuenta con tres áreas de acentuación profesional: Óptica, Física de materiales, y Energía.

Un Graduado en Ciencias en Ingeniería Física podrá trabajar en aquellas empresas del sector productivo donde el aprovechamiento eficiente de la energía es una prioridad, como en las empresas de telecomunicaciones, cementeras y acereras. Podrá participar en empresas orientadas al desarrollo y la producción de materiales con propiedades novedosas, como las del sector del vidrio y la cerámica.

- Su sólida formación en las herramientas matemáticas y de modelación, así como su capacidad para organizar información compleja le permitirá colocarse en empresas consultoras y del sector financiero.
- Su capacidad para analizar los fundamentos y las variables de un problema, plantear y conducir experimentos específicos y orientados lo colocará en una buena posición para trabajar en empresas con una cultura de investigación, como las de la aeronáutica, la electrónica y las telecomunicaciones.
- Su buena preparación en instrumentación y medición de variables físicas lo ubica en una excelente posición para trabajar en empresas del sector de exploración energética y de materiales.
- Su formación general le da posibilidades sobresalientes para la realización de un posgrado en física e ingeniería, tanto en México como en el extranjero, con la posibilidad de desarrollarse como investigador al concluir su formación de posgrado.

## 2.4 Trascendencia Sociocultural

Los egresados de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas a igual que los de la UMSNH en sus diferentes niveles, a lo largo de los años se han integrado a la sociedad como miembros activos y responsables de la misma.

La Universidad Michoacana tiene una concepción humanista. La institución no solo se limita a dar una preparación profesional sólida, se interesa en promover el desarrollo integral de cada uno de sus estudiantes fomentado el desarrollo de sus cualidades y valores que se puedan encontrar en sus aspectos cognitivos y psicomotrices. En el Estado de Michoacán existen actualmente 78 instituciones de educación superior (22 públicas y 56 privadas), que en suma ofrecen 270 opciones de carreras profesionales para los estudiantes con interés en nivel superior y posgrado. Con estas alternativas se busca la respuesta a las diferentes necesidades sociales que se tiene en el estado, así como de asumir plenamente el compromiso que se tiene con la sociedad de conservar, generar y transmitir el conocimiento

científico, humanístico, artístico y tecnológico mediante la aplicación de conocimientos, investigación, la docencia y la difusión.

En la entidad la población en edad escolar universitaria es de 2,339,733 que representan el 38.04% del total de habitantes en el estado con edad de 18 años o más para cursar una licenciatura, técnico u otro tipo, de un total de 5,390,235, pero solo existen registrados 1'258,296 estudiantes en algún grado escolar desde kínder hasta posgrado en el estado según datos del INEGI. Y de cada 100 alumnos que ingresan a educación primaria solo 14 concluye la educación superior, esto es de 100 alumnos que entran a primaria, 22 se quedan en el camino, pero en secundaria este número aumenta a 32; sin embargo, del 68 que sigue estudiando sólo egresa la mitad. En el ingreso a bachillerato desertan otros 10 y durante los estudios de preparatoria otros 16, de tal forma que de los 100 iniciales sólo 24 completan este nivel educativo. De éstos, 21 alumnos llegan a la universidad, pero sólo 14 la terminan. En el nivel de posgrado en general, la formación de recursos humanos en México es escasa; Sólo el 7% de los egresados de licenciatura estudian un posgrado, por lo que el país tiene un rezago de profesionistas en maestría y doctorado.

Esta distribución en matrícula de manera desproporcionada refleja la necesidad de crear nuevas carreras de estudios, que lleven lo siguiente:

- ✓ *Orientación hacia el mejoramiento institucional*
- ✓ *Búsqueda de excelencia académica*
- ✓ *Pertinencia social*
- ✓ *Calidad de desempeño institucional*
- ✓ *Factibilidad técnica*
- ✓ *Esfuerzo por reordenar y modernizar los servicios que ofrece a la comunidad*
- ✓ *Constante optimización en formación de recursos humanos.*

Es necesario contar con instituciones educativas que ayuden y faciliten un desarrollo armónico, competitivo y sobretodo planes de estudio actualizables, requeridos y valorados en el entorno económico y social, para evitar la migración de profesionistas a otros estados del país o del extranjero en busca de posgrados.

Es necesaria la creación de nuevos posgrados que sean una alternativa real para el número de profesionistas egresados de maestrías de la UMSNH y otras instituciones.

Así mismo es importante enfatizar que las relaciones comerciales contraídas por el país a nivel internacional requieren cada vez más profesionistas con altos estándares de educación, esto hace imperativo contar con instituciones que preparen estudiantes capaces de enfrentar con éxito los retos de la globalización, con una demanda exagerada de bienes y servicios en los cuales se emplean nuevas tecnologías, donde solo los profesionistas más calificados tienen cabida.

## CAPÍTULO III

### Filosofía, Objetivos y Modelos Educativos

#### 3.1 Características Básicas

##### Filosofía

La UMSNH cuenta con un ideario conformado por: principios filosóficos que orientan sus funciones sustantivas de docencia, investigación, extensión y difusión de la cultura, así como la adjetiva de administración; de ellos emanan las orientaciones educativas para lograr su Misión y su Visión. El vínculo histórico del conocimiento con la realidad social que ha caracterizado a nuestra Universidad, se traduce en el fomento a los valores éticos universales; la responsabilidad del ejercicio profesional que pone en práctica el conocimiento científico, la honestidad y la solidaridad; el ejercicio de la justicia con equidad y el actuar racional ante la naturaleza en beneficio del bien común, sin perder de vista que el individuo, es parte de ella.

##### Misión de la UMSNH

La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo es una institución pública y laica de educación medio superior y superior, heredera del humanismo de Vasco de Quiroga, de los ideales de Miguel Hidalgo, José María Morelos, Melchor Ocampo; por iniciativa de Pascual Ortiz Rubio, Primera Universidad Autónoma de América, cuya misión es: Contribuir al desarrollo social, económico, político, científico, tecnológico, artístico y cultural de Michoacán, de México y del mundo, formando seres humanos íntegros, competentes y con liderazgo que generen cambios en su entorno, guiados por los valores éticos de nuestra Universidad, mediante programas educativos pertinentes y de calidad; realizando investigación vinculada a las necesidades sociales, que impulse el avance científico, tecnológico y la creación artística; estableciendo actividades que rescaten, conserven, acrecienten y divulguen los valores universales, las prácticas democráticas y el desarrollo sustentable a través de la difusión y extensión universitaria.

##### Misión de FCFM

La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas es la escuela de la UMSNH creada para formar integralmente profesionales de excelencia en el campo de las ciencias físico-matemáticas, con alto grado de compromiso y responsabilidad social, capaces de contribuir

al desarrollo económico, científico y tecnológico del país; mediante la docencia, la investigación, la innovación, la vinculación y la divulgación del conocimiento en estas áreas.

### **Visión de la UMSNH**

La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo es la Máxima Casa de Estudios en el Estado de Michoacán con la oferta educativa de mayor cobertura, reconocida por su calidad y pertinencia social, que forma seres competentes, cultos, participativos, con vocación democrática, honestos y con identidad Nicolaita, con capacidades para resolver la problemática de su entorno. Los programas de investigación y estudio son reconocidos local, nacional e internacionalmente por sus aportaciones a las diversas áreas del conocimiento y a la solución sustentable de problemas sociales, en estrecha vinculación con los programas educativos.

Los programas de vinculación con universidades y centros de investigación nacionales e internacionales permiten un intenso intercambio científico, cultural y artístico así como una gran movilidad de la comunidad universitaria. Las actividades de extensión proporcionan asesorías y servicios orientados a satisfacer necesidades concretas de los grupos sociales y de los sistemas productivos.

Los programas de difusión cultural hacen llegar a la sociedad las diversas manifestaciones de las ciencias, las artes y la cultura promoviendo el desarrollo de los individuos y los grupos sociales en armonía con el entorno.

### **Visión de la FCFM**

Constituirnos en una institución líder a nivel nacional y con reconocimiento internacional en la formación de recursos humanos altamente capacitados de acuerdo con los estándares nacionales de niveles de licenciatura y posgrado en áreas aplicadas y teóricas de la física y de la matemática, con una orientación humanística y de compromiso social.

### **Propósitos**

Nuestro propósito es promover la excelencia en nuestros alumnos fortaleciendo las actividades de investigación, creatividad y tenacidad, que los lleve a adquirir las habilidades fundamentales para su desarrollo como ser humano de manera propositiva y competitiva de una sociedad cada vez más globalizada.

## Nuestro Objetivo

Formar individuos responsables, humanistas, críticos, comprometidos y competitivos académicamente preparados para comprender, analizar y participar directamente en la construcción de su conocimiento, a través de una formación integral, el desarrollo de sus potencialidades, así como una vinculación con el entorno, que le ofrece al alumno la capacidad y competencia para continuar con sus estudios o integrarse al mercado laboral.

### Objetivo General:

Formar científicos con conocimientos sólidos para que participen en labores de investigación, de desarrollo e innovación de nuevas tecnologías y de formación de recursos humanos empleando los conocimientos de la física, las matemáticas y la ingeniería.

### Objetivos Particulares:

1.- Formar doctores con conocimiento en alguna de las siguientes áreas:

- a) Modelado.
- b) Ciencia e ingeniería de materiales.
- c) Estructura de la materia.

2.- Formar doctores cuyo desempeño contribuya al desarrollo social, industrial o ambiental de su entorno mediante el desarrollo de proyectos interdisciplinarios y/o vinculados con la industria del país.

## 3.2 Características Principales de los Planes de Estudio

En el *Capítulo VI del Reglamento General para Estudios de Posgrado (RGEP)* se establecen las características de los planes y programas de estudios de posgrado. (*RGEP, 2005*)<sup>6</sup>.

Basados en el constructivismo, bajo el desarrollo de competencias como lo es el saber, el ser, el hacer y el estar, mediante la enseñanza activa que guía al estudiante para hacer de su conocimiento un aprendizaje significativo, con el firme propósito de que el alumno aprenda a entender, motivado por la necesidad de encontrar respuestas y comprender su entorno. El fenómeno enseñanza-aprendizaje se da en tres momentos; el docente actúa como presentador de un tema de trabajo y promueve su análisis, el alumno retoma sus conocimientos propios para analizarlo y presenta sus experiencias, el docente propone ubicar el tema en un contexto social y discute sus alcances, por último el tema después de haberse conocido, experimentado, comprendido y compartido se evalúa para que el alumno identifique su aplicación y funcionalidad de lo aprendido.

El trabajo colectivo es parte fundamental del método de aprendizaje ya que permite identificar en los alumnos sus capacidades individuales a través del trabajo de equipo, lo que permite a su vez al estudiante, el desarrollo de las competencias intelectuales, que consiste en la facilidad de seleccionar, adquirir y crear condiciones metodológicas de investigación. El proceso metodológico para el desarrollo de competencias exige la construcción de conocimientos significativos, es decir se deben re plantear los contenidos de aprendizaje con el fin de determinar cuáles son las habilidades antecedentes y precedentes adquiridas para su abordaje. En otras palabras se debe determinar cuáles son las habilidades cognitivas, psicomotoras, y afectivas mínimas requeridas para que el alumno pueda apropiarse de cierto conocimiento; así como cuáles son las competencias que le permiten desarrollar el conocimiento posteriormente. Este proceso metodológico implica evaluar el desarrollo cognitivo y las habilidades para solucionar problemas individual y colectivamente. Resumiendo el proceso metodológico que llevara al alumno del doctorado será constructivo.<sup>7</sup>

Se aplicaran corrientes pedagógicas como la educación sobre la base de la creatividad, en forma viabilizadora donde se utilizaran los medios actualizados de enseñanza aprendizaje y el estudiante potenciara su saber a través de las nuevas tecnologías medios de informática e investigación, buscando actualizar y respaldo a su formación, y la crítica, donde esta última considera al estudiante como creador de su aprendizaje, de su método y la utilización de materiales y recursos disponibles en el contexto educativo, para el logro de los objetivos cuyos principios fundamentales son.

- La promoción de aprendizaje significativo
- El papel del docente en el proceso de aprendizaje
- La identificación de los niveles de desarrollo del conocimiento
- El desarrollo de las capacidades individuales en razón del trabajo colectivo
- El trabajo colectivo como parte fundamental del proceso
- Las tareas académicas están íntimamente relacionadas con el contexto socio cultural de la UMSNH.

La tarea fundamental de la UMSNH, será que el alumno domine competencias esenciales para que su formación profesional sea integral. El mejoramiento y aseguramiento de la calidad está ligado a la existencia de procesos de evaluación que permitan conocer sistemáticamente los aciertos y desviaciones del proyecto académico.

### **Excelencia Académica**

La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH), recibió un reconocimiento por parte de la Secretaría de Educación Pública Federal por el nivel de excelencia en sus licenciaturas, al registrar el 92 por ciento de su matrícula cursando programas educativos de calidad. Donde 44 posgrados son excelencia en el padrón de

Conacyt. De acuerdo con el ranking SCIMAGO, de 2010 a la fecha, la UMSNH ha avanzado del lugar decimoprimeros al noveno; actualmente se encuentra dentro de las mejores diez universidades públicas de México.<sup>8</sup>

Para el Posgrado en Ciencias en Ingeniería Física se procedió a revisar los planes de estudio de programas de tanto de licenciatura en Ingeniería Física como de ingeniería en diferentes áreas que existen en el país, así como planes de estudio de programas de maestría y doctorado en áreas afines a la Ingeniería Física. Debido a que estos programas están orientados hacia otras líneas de investigación diferentes de las planteadas en este proyecto, sólo se tomaron ideas sobre la estructura curricular de esos planes de estudio. También se tomaron cuenta los criterios establecidos por el CONACYT para la incorporación de programas de posgrado al PNPC. Además se revisaron planes de estudio de programas de posgrado en Ingeniería Física extranjeros. A pesar de que cada programa está orientado a sus propias líneas de investigación, se observa que en todos ellos se hace énfasis en el desarrollo experimental y en la aplicación de los conocimientos teóricos hacia solución de problemas específicos, lo que se ha incorporado a este proyecto. Se ha visto la necesidad de poder ofrecer soluciones a problemas concurrentes en varias disciplinas técnicas que enfrenta una sociedad moderna como la nuestra y la necesidad de que estudiantes egresados de ciencias e ingeniería cuenten con las herramientas necesarias para coadyuvar a la solución de esos problemas que surgen en la industria y en la sociedad en general.

### 3.3 Marco Conceptual

Dentro del modelo educativo que la UMSNH propone es importante señalar los siguientes conceptos:

- *Educación.*-Etimológicamente procede del latín educare que significa "criar" o "alimentar". Será un proceso con el que el alumno aprenda significativamente, es decir, que realice aprendizajes que son comprensibles y que posea conocimientos que pueda utilizarlos después en la realidad y en su vida cotidiana.
- *Hombre.*-Todo aquel que necesita desarrollo mental y emocional que le permita responder con una conducta adecuada a las diversas situaciones.
- *Sociedad.*-Es el espacio donde se construye y se integra la dinámica comunitaria potenciado al sujeto, mediante la afirmación de su identidad en torno a la alteridad para lograr trascendencia.
- *Enseñanza Aprendizaje.*- Construcción de conocimientos significativos con ayuda de un facilitador.
- *Metodología.*-Son las formas caminos y maneras de organizar la realización de una determinada actividad, conducida por medio de objetivos precisos y delimitados que

conduzcan al logro de metas y construcción de lo buscado. Esta se auxilia de técnicas, recursos y materiales didácticos electrónicos y naturales.

- *Vinculación contextual.*- Es la articulación con sectores afines a la formación del profesional. Esta se sirve de los medios, recursos materiales, humanos y financieros que hay en el entorno para facilitar la realización de acciones delimitadas, útiles para la integración del futuro egresado. Lo contextual es lo circulante al sujeto que esta inmiscuido en ese papel social, político, económico y cultural.
- *Evaluación.*-Parte del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es necesario evaluar para poder aprender, es una actividad subjetiva y que consiste fundamentalmente en recoger información que nos permita tomar una decisión y siempre para ayudar en la construcción de aprendizaje por parte del alumno.

### **Orientación Disciplinaria**

Consiste en establecer límites claros que le permitan al alumno contener sus impulsos y le ofrezcan un punto de realidad, mediante el dialogo, la convicción, el condicionamiento o la sanción, que actúan como elementos formativos, para promover una mejor integración del alumno a su entorno. La orientación disciplinaria no pretende en momento ser un dominio de la conducta que someta al estudiante, por el contrario, busca la concientización de este para responsabilizarse de las consecuencias de sus actos y ejercite de manera responsable su libertad, respetando las reglas del lugar y momento donde se encuentra, y así logre armonía y una sana convivencia social.

### **Orientación Emocional**

Se promueve la madurez del alumno mediante su autoconocimiento, manteniendo un enfoque humanista y existencialista, en los que se considera al ser humano valioso por el hecho de ser, manteniendo la firme convicción de que las distintas circunstancias de la vida ofrecen un aprendizaje, en donde cada momento es consecuencia de la elecciones que hacemos en nuestra vida.

### **Vinculación con el Entorno**

La realidad social es un punto determinante en la formación de los alumnos, quienes al realizar vinculaciones académicas, aplican los conocimientos adquiridos en el aula, enriqueciéndose de la experiencia y obteniendo así un aprendizaje integral. Por otra parte, analiza la problemática social (adicciones, violencia, discriminación, pobreza sexualidad, corrupción, etc.) su participación en ella y la aportaciones que puede hacer para mejorarla, alcanzando una clara conciencia social y cívica.

## Materias de Estudio

La UMSNH cuenta en cada una de sus carreras con una amplia y diversa gama de materias relacionadas con las esferas de:

- La teoría
- La practica
- Investigación
- La interdisciplina
- El análisis, la reflexión
- La promoción social y la responsabilidad ciudadana.
- La ejecución de proyectos
- La búsqueda de alternativas a problemas sociales
- La vinculación con la sociedad

## Capital Académico

La Facultad de Ciencias Físico Matemáticas cuenta con una plantilla 30 profesores de tiempo completo y amplia experiencia, de los cuales el 96% tiene doctorado y el 90% pertenece al SNI.

## Programas de Estudio

En forma integral los planes de estudio contemplan:

- El aprendizaje significativo
- La función del docente como facilitador del proceso de aprendizaje
- El desarrollo de las capacidades individuales en razón del trabajo colectivo
- La tares académicas íntimamente relacionadas con el entorno
- La evaluación como vinculo de las tareas académicas con la participación de la comunidad

## Becas

La Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo, atiende a una población estudiantil de 57,607 alumnos en sus diversos niveles de los cuales una tercera parte cuenta con algún tipo de beca, las becas que otorga la UMSNH se rigen por el reglamento de becas:

**Artículo 1°:** Las becas que autorice el presupuesto de la Universidad, sólo podrán otorgarse de acuerdo con los siguientes requisitos:

**I.** Ser alumno regular en alguna de las escuelas o facultades de la Institución;

**II.** Carecer de los recursos económicos;

**III.** Haber aprobado todas las materias dentro del plan anual o el semestral, en alguno de los planteles de esta Casa de Estudios, con promedio de calificaciones igual o mayor de 8 (ocho); y

**IV.** Solicitar la beca por escrito, que contendrá datos y firmas de un solo alumno.

**Artículo 2°:** La solicitud será presentada por el alumno que la suscriba a la Secretaría General de la Universidad, adjuntando los comprobantes de sus calificaciones e inscripción que deberá expedirle la Dirección de Servicios Escolares. Sólo se recibirán las solicitudes que fueron presentadas durante el periodo comprendido del 2 de septiembre al 31 de octubre de cada año.

**Artículo 3°:** Una vez transcurrido el plazo señalado en el artículo anterior, el Secretario General de la Universidad remitirá las solicitudes recibidas a la Comisión de Becas para que ésta dicte los acuerdos que procedan, teniendo en cuenta los documentos presentados por los interesados y los informes del personal encargado de investigar la situación socio-económica de cada uno de ellos. La Comisión resolverá en primer lugar las solicitudes de los alumnos que hayan sido aprobados con las mejores calificaciones.

**Artículo 4°:** Las becas otorgadas terminarán con el año escolar correspondiente, salvo que antes fueren revocadas por alguna de las causas señaladas en el artículo siguiente. Sin embargo, podrán continuar vigentes sin requerir nueva solicitud, mientras los alumnos aprueben todas las materias de los semestres posteriores con el promedio de calificaciones que establece este Reglamento. Las becas otorgadas se pagarán por mensualidades, y no podrán pagarse adelantadas.

**Artículo 5°:** A un alumno se le revocará la beca:

- I.** Cuando haya mejorado su situación económica o disfrute de otra beca, otorgada por la Universidad o por distinta institución y cuyo monto sea equivalente a la de la Universidad;
- II.** Por haber proporcionado datos o documentos falsos al solicitar la beca;
- III.** Si hubiere sido sancionado por el Tribunal Universitario con suspensión o expulsión;
- IV.** Por abandonar sus estudios durante un mes sin causa justificada; y
- V.** Cuando reiteradamente faltare sin causa justificada al cumplimiento de sus obligaciones como universitario.

**Artículo 6°:** Para que la enfermedad de algún becario pueda tomarse en cuenta como causa justificada, se requiere que el padecimiento conste en certificado médico y que éste sea entregado a la Secretaría General de la Universidad, dentro del improrrogable término de 15, quince días, contados desde la fecha del primer examen clínico practicado al paciente.

La propia Secretaría General inmediatamente remitirá el certificado a la Comisión de Becas. Si ésta al recibirlo estime conveniente recabar la opinión de otro médico, gestionará lo necesario para obtenerla.

**Artículo 7°:** Todo miembro de la Institución que tenga conocimiento de un hecho que pueda constituir alguna de las causas de revocación, señaladas en el artículo 6°, deberá denunciarla a las autoridades de esta Casa de Estudios. Para este efecto, el Secretario General de la Universidad ordenará una publicación anual de la lista de alumnos favorecidos con becas.

**Artículo 8°:** La Comisión de Becas para poder revocar una de ellas, previamente oírá en defensa al alumno a quien se le hubiere concedido. El acuerdo que la revoque no admitirá recurso alguno.

**Artículo 9°:** El otorgamiento de becas se comunicará a cada uno de los becarios, remitiéndoles un ejemplar del texto de este reglamento para que lo conozcan y cumplan con las obligaciones que éste impone.

**Artículo transitorio único:** El presente Reglamento entrará en vigor desde la fecha en que fuere aprobado por el Consejo Universitario. Este Reglamento fue aprobado por el Consejo Universitario, en sesión celebrada el día 14 de agosto de 1978<sup>9</sup>.

## Capacidades Profesionales

- La UMSNH colabora en la formación de profesionistas con capacidad para :
- Resolver problemas
- Trabajar en equipo
- Sustentar liderazgo
- Sostener buenas relaciones interpersonales
- Desarrollar habilidades para el aprendizaje
- Aplicar métodos de la investigación
- Preocupación por el servicio a la comunidad

## Ideario

La UMSNH cuenta con un ideario conformado por: principios filosóficos que orientan sus funciones sustantivas de docencia, investigación, extensión y difusión de la cultura, así como la adjetiva de administración; de ellos emanan las orientaciones educativas para lograr su Misión y su Visión.

## Objetivos Institucionales

- Proporcionar a los alumnos una preparación humana, científica, técnica, competitiva y ecologista que les permita enfrentar con éxito las situaciones de su entorno.
- Promover en los estudiantes actitudes que propicien su desarrollo autogestivo, es decir formar seres autónomos capaces de transformar la realidad que les rodea.
- Encausar la formación de sus conocimientos de manera que estos sean recibidos con una actitud crítica y de asimilación efectiva.
- Proponer la integración y asimilación de conocimientos adquiridos por medio de la realización de proyectos de investigación
- Proporcionar al alumno actitudes de investigación permanente con la finalidad de actualizar sus aprendizajes compartiendo estos con otras áreas de conocimiento que le permitan resolver problemas, crear soluciones y proyectar innovaciones para una formación completa y eficaz.

## Modelo Educativo Institucional

Los grandes retos que tiene la educación superior son: el acceso, la equidad y la cobertura con calidad, en un sistema que integre y coordine la gestión de la educación superior. Ante estos retos, es evidente que las instituciones de educación superior ya no pueden mantener los mismos esquemas de funcionamiento. Es fundamental explorar nuevas formas de trabajo, transformar en experiencias de aprendizaje los aciertos y errores; en una palabra: innovar. Es indispensable, también, integrarse a los procesos de globalización que caracterizan a los tiempos actuales y, al mismo tiempo, mantener en un primer plano la obligación moral que tiene la educación superior pública para contribuir a la construcción de una sociedad no solamente más productiva, sino también más justa y equitativa. Pensemos globalmente, pero actuemos localmente; y si lo hacemos, nos daremos cuenta de que la contribución que puede hacer nuestra Universidad en la vida de miles y miles de personas, estudiantes y no estudiantes, es enorme.

Ante tales realidades y en plena concordancia con planteamientos nacionales e internacionales que ven a la educación superior como una vía de fundamental importancia para impulsar el mejoramiento de la calidad de vida de un país, la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo asume el reto de transformarse en una comunidad de aprendizaje donde la innovación, el mejoramiento constante, la vida colegiada, la equidad y la transparencia sean las características de su respuesta al compromiso social que tiene como máxima casa de estudios, y es consciente del papel protagónico que está llamada a jugar y los retos que debe enfrentar, a saber:

- ✓ Transformar las rígidas y pesadas estructuras organizativas tradicionales hacia modelos más eficientes, flexibles y que favorezcan la aplicación de un modelo educativo pertinente para los tiempos actuales.
- ✓ Ofrecer a las personas en las distintas etapas de su vida, mayores oportunidades de acceso a la educación superior y su necesaria atención con calidad;
- ✓ Formar profesionistas competentes, comprometidos con su quehacer y socialmente responsables, mediante un modelo educativo centrado en el aprendizaje, y donde el trabajo de los profesores y estudiantes se oriente por experiencias de aprendizaje vinculadas con los sectores productivos y sociales.
- ✓ Planear y evaluar de manera permanente para reorientar y mejorar los esfuerzos institucionales, así como favorecer procesos de toma de decisión con base en diagnósticos e información oportuna y pertinente.
- ✓ Generar conocimientos útiles y relevantes para el desarrollo económico y social de la entidad.
- ✓ Ser ejemplo de una institución transparente y consciente de las responsabilidades que la sociedad le ha asignado, con un compromiso por la autoafirmación de lo humano y los valores superiores que lo exaltan.
- ✓ Ampliar la cobertura con equidad, para así responder a la creciente demanda de educación superior en el estado, ello ampliando y diversificando la oferta educativa

a través de la innovación en las estructuras curriculares, optimizando la utilización de la infraestructura física disponible y haciendo un manejo eficiente de los recursos financieros

- ✓ Consolidar, acreditar y asegurar la calidad de los programas educativos, como respuesta a las necesidades crecientes en educación superior, lo que conlleva el compromiso de ofrecer educación a un mayor número de jóvenes, pero con programas educativos de calidad.

### 3.4 Organigrama

#### ❖ Rectoría

Rector UMSNH: Dr. Medardo Serna González

Teléfono: (443) 316 7020 316 8834

<http://www.umich.mx/rectoria.html>

#### ❖ Servicios Académicos:

Secretario Académico UMSNH: Dr. Ricardo Miguel Pérez Munguía

Teléfono: (443) 322 3500 ext. 2002

[sacadem@umich.mx](mailto:sacadem@umich.mx)

#### ❖ Secretaría General

Secretario General: Dr. Salvador García Espinosa

Teléfono: (443) 316 70 19

<http://www.secgral.umich.mx/>

#### ❖ Secretaría Administrativa

Secretario Administrativo: Dr. Oriel Gómez Mendoza

Teléfono: (443) 322 3500 ext. 2009

<http://www.sadmin.umich.mx/>

#### ❖ Dirección de Personal

Director de Personal: Mtro. Pedro Caballero Díaz

Teléfono: (443) 322 3500 ext. 2008

[dirpersonal@umich.mx](mailto:dirpersonal@umich.mx)

#### ❖ Dirección de Control Escolar

Director de control escolar: Dr. José Apolinar Cortés

Teléfono: (443) 322 3500 ext. 3018

Correo Electrónico: [controlesc@umich.mx](mailto:controlesc@umich.mx)

Sitio web: <http://www.dce.umich.mx/>

#### ❖ Coordinación General de Estudios de Posgrado

Dra. Ileri Suazo Ortuño

Teléfono: (443) 322 3500 ext. 4157

posgrado@umich.mx

Sitio web: <http://www.posgrados.umich.mx>

❖ **Dirección de la Comisión de Planeación Universitaria**

Director: Dr. Carlos Alberto León Patiño

Teléfono: (443) 322 3500 ext. 3028

[planuniv@umich.mx](mailto:planuniv@umich.mx)

➤ **Direcciones de Escuelas y Facultades:**



***Escuela de Ciencias Agropecuarias***

Director: Dr. Noé Armando Ávila Ramírez

Avenida Mariano Jiménez S/N, Colonia El Varillero, Apatzingán, Michoacán.

<http://www.cienciasagropecuarias.umich.mx/>



***Escuela de Enfermería y Salud Pública***

Director: Lic. L.E. Ma. de la Luz Sánchez Plaza

Gertrudis Bocanegra No. 330, Colonia Cuauhtémoc, Morelia, Michoacán, C.P. 58020.

Teléfono (443) 312 2490 y (443) 313 7698

Sitio web: <http://www.enfermeriaysaludpublica.edu.mx/>



***Facultad de Letras***

Director: Dr. Juan Carlos González Vidal

Avenida Madero Oriente No. 580, Colonia Centro, Morelia, Michoacán, C.P. 58000



***Escuela Popular de Bellas Artes***

Director: Mtro. Helmut Horkheimer Vázquez Torres

Guillermo Prieto No. 87, Colonia Centro, Morelia, Michoacán, C.P. 58000

Edificio A-3, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030.

Sitio web: <http://www.artes.umich.mx>



***Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez"***

Director: Ing. J. Jesús García Sánchez

Paseo Lázaro Cárdenas esquina Berlín, Colonia Viveros, Uruapan, Michoacán.

Sitio web: <http://www.agrobiologia.umich.mx>



***Facultad de Arquitectura***

Directora: Arq. Judith Núñez Aguilar

Nuevo Edificio de Arquitectura, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia

Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030

Sitio web: <http://www.arq.umich.mx/>



***Facultad de Biología***

Director: M.C. Carlos Armando Tena Morelos

Edificio R, Planta Baja, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030.

Sitio web: <http://bios.biologia.umich.mx>



***Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas "Mtro. Luis Manuel Rivera Gutiérrez"***

Director: Dr. Eduardo Salvador Tututi Hernández

Edificio B, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, C.P. 58030, Morelia, Michoacán.

Teléfono (443) 322 3500 Extensión 1221

Sitio web: <http://www.fismat.umich.mx/>

✚ **Facultad de Ciencias Médicas y Biológicas "Dr. Ignacio Chávez"**

Director: Dra. Silvia Hernández Capi

Av. Rafael Carrillo y Dr. González Herrejón s/n, Col. Cuauhtémoc, Morelia, C.P. 58020.

Teléfono y Fax: (443) 312-05-10, (443) 312-00-14 Extensión 116

Sitio web: <http://www.medicina.umich.mx/>

✚ **Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas**

Directora: Dra. Virginia Hernández Silva

Edificio A-II, planta baja, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030

Teléfono (443) 322 3500 Extensión 3120

Sitio web: <http://www.fcca.umich.mx/>

✚ **Facultad de Derecho y Ciencias Sociales**

Director: Mtro. Damián Arévalo Orozco

Avenida Tata Vasco No. 200, Centro, Morelia, Michoacán, C.P. 58000

Teléfono (443) 313 1412

Sitio web: <http://www.themis.umich.mx/>

✚ **Facultad de Economía "Vasco de Quiroga"**

Director: Dr. Rodrigo Gómez Monge

Edificio T, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030

Teléfono (443) 322 3500 Extensión 3043

Sitio web: <http://www.economia.umich.mx/>

✚ **Facultad de Enfermería**

Director: D.E. María Leticia Rubí García Valenzuela

Avenida Ventura Puente No. 115 Col. Centro, Morelia, Michoacán, CP 58000.

Teléfono y Fax (443) 313 9274, (443) 317 5255

Sitio web: <http://www.enfermeria.umich.mx/>

✚ **Facultad de Filosofía "Samuel Ramos"**

Director: M. F. C. Carlos Alberto Bustamante Penilla

Edificio C-4, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030

Teléfonos (443) 322 3500 Extensión 4148 y (443) 327 1799

Sitio web: <http://filos.umich.mx/>

✚ **Facultad de Historia**

Director: Mtra. Tzutziqui Heredia Pacheco

Av. Universidad No. 1600, Col. Villa Universidad, Morelia Michoacán, C.P. 58060

Sitio web: <http://ceeb.historia.umich.mx/>

✚ **Facultad de Ingeniería Civil**

Director: Dr. Wilfrido Martínez Molina

Edificio C, planta baja, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030.

Sitio web: <http://www.fic.umich.mx/>

✚ **Facultad de Ingeniería Eléctrica**

Director: Dra. Elisa Espinosa Juárez

Edificio Omega-1, primer piso, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia

Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030.

Sitio web: <http://www.fie.umich.mx/>

✚ **Facultad de Ingeniería en Tecnología de la Madera**

Director: Mtra. María Eugenia López Urquiza

Edificio D, Planta Alta, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030.

Sitio web: <http://www.fitecma.umich.mx/>

✚ **Facultad de Ingeniería Mecánica**

Director: Ing. José de Jesús Padilla Gómez

Edificio W, Planta Alta, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030.

Sitio web: <http://www.fim.umich.mx/>

✚ **Facultad de Ingeniería Química**

Director: Dra. María del Carmen Chávez Parga

Edificio M, Planta Baja, Ciudad Universitaria, Francisco J. Múgica S/N, Colonia Felicitas del Río, Morelia, Michoacán, C.P. 58030.

Sitio web: <http://posgrado.fiq.umich.mx/~figumsnb/>

✚ **Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia**

Director: Dr. José Luis Solorio Rivera

Avenida Acueducto y Tzintzuntzan S/N, Colonia Matamoros, Morelia, Michoacán, C.P. 58130.

Sitio web: <http://www.vetzoo.umich.mx>

✚ **Facultad de Odontología**

Director: C. D. E. O. Alejandro Larios Trujillo

Avenida Ventura Puente, Colonia Chapultepec Norte, Morelia, Michoacán, C.P. 58260.

Teléfono (443) 312 7870

Sitio web: <http://www.odontologia.umich.mx/>

✚ **Facultad de Psicología**

Director: Dr. Raúl Ernesto García Rodríguez

Francisco Villa No. 450, Colonia Dr. Miguel Silva, Morelia, Michoacán, C.P. 58110.

Teléfono y Fax (443) 317 8951, (443) 312 9909 y (443) 312 9913

Sitio web: <http://www.psicologia.umich.mx/>

✚ **Facultad de Químico Farmacobiología**

Director: M.C. Gabino Estévez Delgado

Tzintzuntzan No. 173, Colonia Matamoros, Morelia, Michoacán, C.P. 58240.

Teléfono (443) 322 3500 Extensión 4372

Sitio web: <http://www.qfb.umich.mx/>

## Otros Servicios

✚ **Dirección General de Bibliotecas:**

Lic. Abigail González Ojeda

Tabla 3.4.A Organigrama UMSNH



Fuente. Planeación universitaria

### 3.5 Funciones Sustantivas

- Impulsar y fortalecer la docencia mejorando la capacidad y calidad académica, estableciendo programas para habilitar disciplinaria, pedagógica y didácticamente al profesorado, en consonancia con su adscripción y perfil de formación.
- Impulsar y fortalecer las actividades de evaluación encaminadas a mantener y obtener la acreditación de todos los programas educativos para cumplir con los parámetros nacionales e internacionales de competitividad académica.
- Fortalecer los órganos colegiados en las funciones de su competencia, en un ambiente de libertad y amplios consensos.

- d) Implementar y fortalecer programas de seguimiento de egresados, estudios de mercado y la evaluación de la satisfacción de empleadores y estudiantes, como estrategias para retroalimentar la actualización curricular y los procesos educativos.
- e) Diversificar la oferta educativa, en consonancia con nuevas áreas del conocimiento, sin descuidar las fortalezas institucionales y su pertinencia social.
- f) Ampliar el Programa de Tutorías, privilegiando esquemas que permitan el desarrollo de habilidades cognitivas que contribuyan a la permanencia y egreso de los estudiantes.
- g) Fortalecer la movilidad académica de alumnos y docentes a partir de proyectos y convenios pertinentes.
- h) Encaminarse a la realizar investigación científica socialmente pertinente.
- i) Promover la óptima aplicación de los esquemas de evaluación del desempeño docente, así como de los mecanismos para incentivar el trabajo académico de calidad y el equilibrio de sus funciones.
- j) Fortalecer el desarrollo y consolidación de los cuerpos académicos, a través de redes de colaboración regional, nacional e internacional, aprovechando las fortalezas de los cuerpos académicos consolidados.
- k) Ofrecer programas de posgrado socialmente pertinente, sustentado en criterios de factibilidad y calidad reconocida; flexibles por áreas de conocimiento con opciones y el óptimo aprovechamiento de los recursos humanos, materiales y financieros.
- l) Fortalecer la vinculación universitaria, congruente con nuestra misión y visión.
- m) Impulsar la generación, preservación y difusión de nuestra cultura dentro de la diversidad.
- n) Vincular al servicio social con los sectores sociales y productivos de la entidad con el propósito académico de retroalimentar y actualizar los programas educativos.

Eje Rector de las funciones sustantivas “*Fortalecimiento académico*”: La Universidad ofrecerá una educación de calidad con pertinencia social, equidad y cobertura, a través de la evaluación, implantación y consolidación del modelo académico, que permita a sus egresados, con actitud crítica, respetuosos del medio ambiente y una sólida formación integral, humanística, científica y técnica, adquirir las competencias necesarias para ser coparticipes del desarrollo del Estado de Michoacán y de México.

### 3.6 Funciones Adjetivas

- a) Implementar la gestión de la calidad estratégica participativa con la certificación de los procesos.
- b) Gestionar recursos a través de fuentes alternativas de financiamiento.
- c) Fortalecer los procesos de actualización, protección y ampliación de las tecnologías de información y comunicación para la gestión académica y administrativa.
- d) Implementar el programa general de mantenimiento correctivo y preventivo de la infraestructura, mejorando el equipo y la optimización de las instalaciones de acuerdo con las necesidades prioritarias de la institución.
- e) Actualizar y aplicar tecnologías de información en el proceso enseñanza aprendizaje e integrarlas a los programas de educación a distancia.
- f) Establecer un programa de actualización y optimización del material impreso, electrónico y base de datos que garantice el acceso de los universitarios al acervo institucional.
- g) Fortalecer y ampliar los espacios de comunicación social del quehacer universitario.
- h) Fortalecer los procesos de selección e ingreso de aspirantes, con estricto apego a la normatividad, atendiendo a criterios institucionales, académicos y garantizando la calidad y transparencia de los mismos.

Eje Rector de las funciones adjetivas “*Fortalecimiento de la planeación institucional*”: La actividad institucional se desarrollará a partir del ejercicio responsable de la planeación y gestión estratégica participativa, asegurando la calidad de los procesos académicos y administrativos.

### 3.7 Marco Normativo Legal

Fundamento jurídico de la Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo. La educación en los Estados Unidos Mexicanos se rige bajo los lineamientos establecidos en el *Artículo 3<sup>o</sup>* Constitucional y en la Ley General de Educación que se deriva de dicho artículo, estos lineamientos se clasifican de la siguiente manera: Sobre el individuo: derecho a la educación y desarrollo del ser humano. Criterios educativos que de ahí se derivan. Derechos y obligaciones del estado en el ámbito educativo. En el primer párrafo del *artículo 3<sup>o</sup>* constitucional se dice “*todo individuo tiene derecho a recibir educación*”.

En el segundo párrafo del mismo artículo, se establece como debe ser dicha educación. “*la educación tendera a desarrollar armónicamente todas las facultades del ser humano y fomentara en él, a la vez, el amor a la patria y la conciencia de la sociedad*”

*internacional, en la independencia y en la justicia*". La Ley General de Educación amplia y establece con mayor precisión el derecho del individuo a la educación y los criterios educativos que promueven el desarrollo armónico del ser humano, según se establece en el artículo 3º Constitucional.

El artículo 2º de dicha Ley, especifica con detalle el derecho del individuo a la educación, los requisitos para ello y el sentido social de la misma.

➤ ***La universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo se rige por la ley orgánica:***

LEY ORGANICA DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

ÚLTIMA REFORMA PUBLICADA EN EL PERIODICO OFICIAL: 18 DE SEPTIEMBRE DE 1986.

Ley orgánica publicada en la Sección Segunda del Periódico Oficial, el lunes 3 de febrero de 1986.  
CUAUHTEMOC CARDENAS SOLORZANO, Gobernador Constitucional del Estado Libre y Soberano de Michoacán de Ocampo, a todos sus habitantes hace saber:

El H. Congreso del Estado, se ha servido dirigirme el siguiente DECRETO:

EL CONGRESO DE MICHOACAN DE OCAMPO DECRETA:

NUMERO 299

LEY ORGANICA DE LA UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLAS DE HIDALGO

**CAPITULO I**

**DE LA NATURALEZA Y ATRIBUCIONES**

**ARTICULO 1º.** La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo es una institución de servicio, descentralizada del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propio; dedicado a la educación media-superior y superior, en sus diversos niveles y modalidades, la investigación científica, la difusión de la cultura y la extensión universitaria.

**ARTICULO 2º.** La Universidad gozará de autonomía, conforme a lo dispuesto en esta Ley, con atribuciones para:

- I. Elegir y remover libremente sus autoridades;
- II. Aprobar el Estatuto y los Reglamentos Universitarios;
- III. Determinar planes y programas académicos, de investigación científica, de difusión de la cultura y de extensión universitaria;
- IV. Expedir certificados de estudios, títulos y diplomas de grados académicos en las carreras, especialidades y estudios superiores, que se cursen en sus Escuelas, Facultades, Institutos y unidades Profesionales, y conferir reconocimientos honoríficos de acuerdo a lo dispuesto por el Estatuto y los Reglamentos respectivos;
- V. Revalidar los estudios de enseñanza media-superior y superior en sus diversos niveles y modalidades, que se realicen en otros establecimientos educativos, nacionales y extranjeros; Incorporar, de considerarlo conveniente, a instituciones que impartan las enseñanzas a que se refiere la fracción anterior, y, en su caso, decidir sobre su cancelación;
- VI. Celebrar convenios con otras instituciones públicas o privadas, del país o del extranjero, así como con organismos nacionales e internacionales, que contribuyan al desarrollo de los objetivos universitarios;
- VII. Fijar los requisitos de ingreso, promoción y permanencia de su personal académico; y Preservar, incrementar y administrar su patrimonio de acuerdo con los fines que se propone, sin más limitaciones que las que le imponga la presente Ley, los Reglamentos y demás normas que dicte la comunidad universitaria a través de sus órganos de Gobierno. Las

actividades, estructura y objetivos de las Escuelas, Facultades, Institutos, Unidades Profesionales, en sus diversos niveles, el Consejo de Investigación Científica y otras dependencias, así como las Casas del Estudiante Universitario, estarán contenidas en el Estatuto y en los Reglamentos respectivos.

## *CAPITULO II*

### *DE LAS BASES PARA UNA EDUCACION E INVESTIGACION CIENTIFICA*

*ARTICULO 3<sup>o</sup>*. En el desempeño de sus actividades, la Universidad procurará:

- I. Sostener que todos los procesos existentes en el universo, tanto naturales como sociales, son conocidos o susceptibles de llegar a ser conocidos por el hombre, a través de la investigación científica efectuada con base en la experiencia y en su racionalización rigurosa y comprobable;
- II. Demostrar con su quehacer que el hombre interviene en el desenvolvimiento y transformación de los procesos naturales y sociales, aprovechando sus conocimientos científicos para modificar con su actividad práctica las condiciones en que se realizan, obteniendo así la producción de los resultados que se propone, siempre que éstos correspondan a los efectos de las leyes y propiedades objetivas de los mismos procesos;
- III. Probar que el hombre se ha desarrollado y se sigue desarrollando por medio de su trabajo, que constituye la actividad fundamental en la sociedad; y que todos los procesos en la vida social se encuentran concatenados estrechamente y se influyen unos a otros.

## *CAPITULO III*

### *DE LOS FINES*

*ARTICULO 4<sup>o</sup>*. La Universidad tiene como finalidad esencial servir al pueblo, contribuyendo con su quehacer diario a la formación de hombres calificados en la ciencia, la técnica y la cultura, que eleven cualitativamente los valores y costumbres sociales. Las actividades que realice la Universidad estarán encaminadas a estimular y respetar la libre expresión de las ideas, útiles en la búsqueda de la verdad científica y para impulsar a la excelencia la enseñanza, la investigación, la creación artística y la difusión de la cultura; combatir la ignorancia y sus efectos, las servidumbres, los fanatismos y los prejuicios; crear, proteger y acrecer los bienes y valores del acervo cultural de Michoacán, de México y universales, haciéndolos accesibles a la colectividad; alentar en su vida interna y en su proyección hacia la sociedad, las prácticas democráticas, como forma de convivencia y de superación social; promover la mejoría de las condiciones sociales y económicas que conduzcan a la distribución equitativa de los bienes materiales y culturales de la nación, y propiciar que la innovación y la tradición se integren en armonía productiva para conseguir una sólida y auténtica independencia cultural y tecnológica.

*ARTICULO 5<sup>o</sup>*. Para el logro de sus fines, la Universidad deberá:

- I. Formar profesionistas, técnicos, profesores universitarios, investigadores y artistas de acuerdo a una planificación en función del desarrollo independiente de la nación, fomentando en sus alumnos, maestros y trabajadores una arraigada conciencia de nacionalidad que les inste a lograr y defender nuestra plena independencia política, económica y cultural, además de inculcarles un cendrado espíritu de justicia y solidaridad con todos los pueblos que luchan por su libertad e independencia;
- II. Organizar, fomentar y realizar la investigación de los problemas de la ciencia y de la sociedad para lograr el conocimiento de nuestra realidad y el uso racional de los recursos del Estado de Michoacán y de México, de tal manera que, contribuya a la solución de los problemas que afecten nuestra vida política, económica, social y cultural;

- III. Crear, rescatar, conservar, incrementar y difundir la cultura, así como dar a conocer nuestros valores culturales e incorporar los de carácter universal a los nuestros; y
- IV. Establecer programas permanentes de vinculación con nuestro pueblo, a fin de encontrar conjuntamente la satisfacción de sus necesidades.

#### *CAPITULO IV DEL PATRIMONIO*

*ARTICULO 6<sup>o</sup>*. El patrimonio de la Universidad estará constituido por:

- I. Los valores de carácter moral, histórico y cultural;
- II. Los bienes que actualmente son de su propiedad;
- III. Los legados, herencias y donaciones que se hagan, y los fideicomisos que se constituyan en su favor;
- IV. Los derechos y participaciones en los trabajos que ejecuten sus dependencias;
- V. Los derechos y cuotas que recaude por los servicios que preste;
- VI. Los subsidios que le otorguen los gobiernos federal y estatal;
- VII. Los intereses, dividendos, rentas y otros aprovechamientos derivados de sus bienes y valores patrimoniales; y
- VIII. Los bienes, valores e ingresos que en el futuro obtenga por cualquier título.

*ARTICULO 7<sup>o</sup>*. Los bienes que formen parte del patrimonio universitario son inalienables, imprescriptibles e inembargables, y sobre los mismos no podrá constituirse gravamen alguno en tanto estén en servicio. Los bienes muebles e inmuebles que formen parte del patrimonio universitario y dejen de ser utilizados en el servicio de la universidad, el Consejo Universitario deberá declararlo así y correr los trámites legales correspondientes para su enajenación.

#### *CAPITULO V DEL GOBIERNO*

*ARTICULO 8<sup>o</sup>*. La autonomía de la Universidad se deposita en la comunidad universitaria, constituida por sus autoridades, trabajadores académicos, administrativos, alumnos; y su gobierno estará formado por:

- I. El Consejo Universitario;
- II. El Rector;
- III. Los Consejos Técnicos de Escuelas, Facultades, Institutos y Unidades Profesionales;
- IV. El Consejo de Investigación Científica; y
- V. Los Directores de Escuelas, Facultades, Institutos y Unidades profesionales. (ADICIONADA, P.O. 18 DE SEPTIEMBRE DE 1986).
- VI. La Comisión de Rectoría.

\* Ley orgánica publicada en la Sección Segunda del Periódico Oficial, el lunes 3 de febrero de 1986 .<sup>10</sup>

# CAPÍTULO IV

## EL SERVICIO

### ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DEL DOCTORADO EN INGENIERÍA FÍSICA

#### Contexto Internacional

El avance de la investigación científica y su aplicación no se detienen. La tecnología ha revolucionado la organización de los procesos productivos como nunca antes se había visto en la historia. Actualmente, el conocimiento especializado se aplica a todas las fases del proceso productivo, desde el diseño, la fabricación, la distribución y hasta el consumo. La disponibilidad de tecnología más potente, más pequeña, más veloz y eficiente, ha permeado nuestro estilo de vida hasta alcanzar las formas de organización social y la cultura popular. La evidencia internacional disponible, muestra que la productividad y crecimiento económico están determinados en gran medida por la tasa de progreso tecnológico y la acumulación de conocimientos. Dentro de la evolución acelerada de la tecnología, se palpa de manera natural una necesidad cada vez mayor de recursos humanos que puedan apoyar el desarrollo de nuevas y mejores tecnologías, en específico desde el punto de vista de los semiconductores, estructuras de material, óptica y computación. Es un hecho, que países como la India, Corea del Sur y China, siendo economías emergentes, estos han incentivado al área del desarrollo científico y tecnológico como una vía para apuntalar su crecimiento. En este sentido, la ciencia e ingeniería de materiales ha permitido mucho de este crecimiento tecnológico, y en sí es una de las áreas con mayor remuneración dentro de la ingeniería tecnológica, según el "Engineering Technology Overview" de Sloan Career Cornerstone Center.

Además según este reporte, esta área espera un crecimiento del 3% entre el 2006-2016. Un indicador que puede resaltar la importancia de la tecnología en la vida diaria, son los reportes de la importaciones y exportaciones de México en bienes de alta tecnología.

Tabla 4.A. Reporte de importaciones de México en el periodo 2000-2007 de bienes de alta tecnología (valores en millones de dólares)

Pais	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total	36 882.9	28 597.4	36 708.0	42 000.6	42 226.1	49 547.7	56 879.5	60 630.0	82 807.2	62 980.0	68 779.0
Alemania	932.5	789.2	948.5	1 243.2	1 531.8	1 576.8	1 809.0	1 857.8	2 217.4	753.0	863.0
Argentina	25.0	29.5	27.6	37.8	44.7	56.0	61.2	56.4	88.6	115.0	152.0
Brasil	108.2	126.3	154.7	208.6	201.4	224.8	580.8	291.6	408.9	1 133.0	1 380.0
Canadá	510.1	293.2	324.6	406.9	444.8	631.8	762.1	1 646.5	2 310.8	916.0	714.0
Corea del Sur	1 623.8	1 478.1	2 050.6	2 432.6	2 686.6	4 556.8	6 365.1	4 650.5	5 119.5	3 536.0	4 218.0
Chile	3.6	3.8	3.0	5.7	5.5	6.4	9.1	14.4	10.8	51.0	72.0
China	1 429.7	2 350.4	4 422.3	6 815.9	7 233.1	9 986.6	12 694.3	15 179.7	23 423.3	15 821.0	17 161.0
Estados Unidos de América	21 091.2	13 868.8	15 862.7	13 932.1	12 441.4	13 456.1	13 706.0	13 966.7	17 500.6	9 697.0	10 222.0
España	125.6	134.2	178.8	308.0	324.1	317.0	356.6	264.0	311.2	337.0	414.0
Francia	359.4	307.0	392.8	523.5	515.3	552.6	778.4	557.9	953.7	538.0	613.0
Hong Kong	134.1	59.5	110.2	124.6	224.5	194.3	170.4	286.3	262.7	200.0	193.0
Japón	2 860.1	2 297.9	2 914.3	3 534.1	3 762.3	3 984.2	4 431.8	4 640.2	6 032.8	6 399.0	7 280.0
Malasia	1 510.6	1 019.8	2 453.6	2 833.7	2 949.8	3 630.4	3 887.5	4 407.6	6 483.0	3 722.0	3 815.0
Taiwán	1 697.0	1 922.1	1 800.8	2 987.9	1 996.1	2 548.0	3 078.4	3 755.1	4 692.9	2 378.0	2 691.0
Otros países	4 597.8	3 917.6	5 063.5	6 606.1	7 864.8	7 826.1	8 188.8	9 055.3	12 991.1	17 384.0	18 991.0

(<http://www.inegi.org.mx>)

Los resultados de las importaciones que México ha realizado en el periodo 2001-2011 se muestran en la Tabla 4.a, y se observa que México mantiene un crecimiento en la adquisición de estos bienes, donde además se visualiza el papel preponderante de países como Estados Unidos, China, Corea del Sur y Japón. Aunque es interesante contrastar que mientras las importaciones de Estados Unidos han venido decrecentándose a lo largo de los años, se tiene la tendencia opuesta en el caso de los países asiáticos. Esta misma tendencia al alta se visualiza en los otros países americanos como Argentina, Canadá, Brasil y Chile.

Tabla 4.B. Reporte de Exportaciones de México en el periodo 2001-2011 de bienes de alta tecnología (valores en millones de dólares)

País	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Total	33 965.4	32 073.5	31 660.7	36 876.4	36 183.9	40 396.2	43 347.1	46 536.6	41 965.9	52 124.0	55 735.0
Alemania	259.8	301.8	360.2	622.9	356.0	383.8	416.6	449.8	360.7	386.0	428.0
Argentina	58.7	23.9	42.1	202.7	379.4	509.3	516.9	337.9	222.2	293.0	339.0
Brasil	138.5	100.7	84.6	166.3	330.3	307.1	376.0	607.7	370.1	463.0	413.0
Canadá	400.6	363.7	366.5	459.1	772.5	873.5	1 085.7	1 033.5	2 506.3	2 551.0	1 389.0
Corea del Sur	33.9	34.4	7.5	21.5	16.9	56.4	61.8	60.6	61.3	88.0	83.0
Chile	64.5	48.3	47.2	51.9	134.7	293.4	292.7	331.9	209.3	262.0	234.0
China	217.9	323.3	299.5	217.2	256.0	393.3	434.5	309.0	293.7	345.0	363.0
Estados Unidos de América	30 467.2	28 773.8	28 299.8	32 659.1	30 686.5	33 382.9	34 991.4	36 619.0	32 482.0	41 770.0	45 202.0
España	25.7	27.5	18.6	17.9	23.1	69.8	38.3	61.1	47.7	79.0	108.0
Francia	50.2	39.4	40.0	96.3	60.8	105.6	123.2	82.3	118.7	147.0	232.0
Hong Kong	33.4	15.2	6.9	6.1	38.4	78.0	73.2	118.8	98.1	120.0	125.0
Japón	114.1	86.3	110.0	91.0	163.7	188.4	268.8	290.7	269.7	332.0	395.0
Malasia	51.4	55.0	27.3	32.2	23.7	31.1	34.1	29.6	33.9	35.0	54.0
Taiwán	86.1	28.7	7.9	34.8	80.5	274.3	32.9	37.2	30.0	36.0	47.0
Otros países	1 963.3	1 851.5	1 942.7	2 197.3	2 861.3	3 449.2	4 601.0	6 167.3	4 862.2	5 217.0	6 323.0

(<http://www.inegi.org.mx>)

Por otro lado, México también ha ido incrementando sus propias exportaciones en bienes tecnológicos en el periodo 2001-2011, según lo muestra la Tabla 4.b, y donde casi más de un 80% se realizan hacia los Estados Unidos y en segundo lugar, con un amplio margen de distancia, se encuentra Canadá. Todo esto sugiere que México ha detectado esta área de oportunidad y comienza a invertir recursos financieros y humanos para competir con los demás países del mundo. Otro indicador que confirma esta tendencia es la balanza de pagos tecnológica, la cual describe los ingresos y egresos que México ha tenido en este rubro. Se observa que los ingresos de México han ido creciendo de manera constante, aunque todavía no pueden compararse con los egresos, y esto se visualiza por los saldos negativos y la tasa de cobertura que es muy cercana al 10%, es decir por cada peso de ingresos, se tienen 10 pesos de egresos. Un punto a resaltar, es que el saldo negativo se ha ido incrementando cada año en el periodo 2000-2005, lo que hace evidente la necesidad de invertir en aumentar la capacidad de producir ingresos en el área tecnológica, y así poder reducir este margen en un futuro.

Todo esto hace evidente la necesidad de que México invierta en educación para la formación de recursos humanos de calidad, que permitan cerrar la brecha en el desarrollo de conocimiento, bienes y tecnología, y así considerar a este rubro en un futuro como una fuente ingresos y no solamente de egresos para México.

#### 4.1 Fundamentación Nacional

El entorno mundial en que se desenvuelve la educación superior está marcado por tres rasgos característicos: primero, el fenómeno de la globalización; segundo, la creciente utilización de las tecnologías de la información y la comunicación; y tercero, la renovada

valoración del conocimiento como elemento de productividad. A ello se suma, en nuestro país, un crecimiento demográfico en el que los jóvenes representan un porcentaje cada vez mayor de la población que incrementa día con día la demanda de oportunidades de acceso a la educación, y las aún fuertes desigualdades económicas y regionales que se traducen en inequidad social.

En México, los retos a los que nos enfrentamos son todavía mayores, ya que existe la urgente demanda de atender grandes desequilibrios económicos y sociales, además de continuar, como sociedad, la transición política hacia un régimen cada vez más democrático. Mientras que a nivel internacional agencias como el Banco Mundial, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, la Comisión Económica para América Latina y la UNESCO permiten vislumbrar las tendencias que caracterizan a la educación superior en este nivel, en nuestro país el Programa Nacional de Educación 2013-2018 ha señalado las particularidades que estas tendencias adquieren en México, identificando claramente los retos y oportunidades que se presentan.

En Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, que mediante decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 20 de mayo de 2013 se aprobó para el periodo comprendido 2013-2018, el cual contiene los objetivos, estrategias, indicadores y metas que regirán la actuación del Gobierno Federal durante la presente administración; el Programa Sectorial de Educación (PSE) tienen como referente el *Artículo 3º Constitucional* y el contenido de la Ley General de Educación. En particular, para el período 2013-2018, una educación de calidad es la mayor garantía para el desarrollo integral de todos los mexicanos. La educación es la base de la convivencia pacífica y respetuosa, y de una sociedad más justa y próspera. El quehacer educativo está sustentado en la letra del *Artículo 3º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos* que establece la educación pública, laica y gratuita. En virtud de la reforma constitucional de febrero de 2013, la educación debe ser de calidad<sup>11</sup>.

*El Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND)* hace suya la prioridad de la educación de calidad al incluirla como una de sus cinco metas nacionales. La alta jerarquía que otorga a la educación obedece a que hoy, más que nunca, las posibilidades de desarrollo del país dependen de una educación de calidad. En el capítulo 3 de este plan se lee:

### ➤ ***El Plan Nacional de Desarrollo***

#### ***CAPÍTULO III. OBJETIVOS, ESTRATEGIAS Y LÍNEAS DE ACCIÓN***

- 2.3. Continuar el desarrollo de los mecanismos para el aseguramiento de la calidad de los programas e instituciones de educación superior.

##### *Líneas de acción*

- 2.3.1. Revisar la estructura de los fondos extraordinarios para asegurar que sean instrumentos para el fortalecimiento de la educación superior.

- 2.3.2. Articular un sistema nacional de evaluación y acreditación de los programas académicos e instituciones de educación superior.
- 2.4. Fomentar la investigación científica y tecnológica y promover la generación y divulgación de conocimiento de impacto para el desarrollo del país

#### *Líneas de acción*

- 2.4.1. Apoyar el crecimiento de la oferta de posgrado para la formación de personas altamente calificadas en las áreas que el país requiere.
- 2.4.2. Trabajar coordinadamente con el CONACYT para incrementar la oferta en el Programa Nacional de Posgrados de Calidad.
- 2.4.3. Fortalecer las capacidades de investigación en las instituciones de educación superior en áreas prioritarias del país.
- 2.4.6. Apoyar a instituciones de educación superior para que su organización interna favorezca la vinculación con los requerimientos productivos y sociales.
- 2.4.7. Incrementar el número y el nivel de los investigadores de las instituciones de educación superior en el Sistema Nacional de Investigadores.

En el Plan Nacional de Desarrollo en Educación, se afirma que para mejorar la calidad de los programas educativos, es necesario continuar con el proceso de superación académica de los profesores que los imparten; la actualización de los contenidos de los planes y programas de estudio y la vinculación de la investigación con el desarrollo. Además es necesario intensificar el proceso de diversificación de la oferta educativa, diseñar programas orientados a atender el déficit de profesionales en diversas áreas del conocimiento y la investigación, satisfacer las necesidades estatales, regionales y nacionales y lograr una mayor coherencia entre la oferta educativa y la demanda nacional de profesionales especializados.

En congruencia con este reto la coordinación de estudios de posgrado se ha dado a la tarea de evaluar y actualizar a fondo su quehacer, a fin de que el servicio educativo que ofrece, tenga una alta correspondencia para los próximos profesionales que se habrán de formar en las instituciones y las necesidades que se están perfilando en los sectores productivos de bienes y servicios de este país. Se tiene presente la problemática que los sectores productivos han enfrentado y enfrentaran en relación a nuevos retos, innovaciones paros técnicos, cierres, despidos masivos por: recesión mundial, contracción de la economía mundial, la globalización y la apertura de fronteras. Los progresos en el posgrado del sistema económico mexicano han repuntado de manera significativa en los últimos años, así, para el año 2007 esta orientación se desarrollaba de la siguiente manera: Doctorado 4.0%, Especialidad 24.4% y Maestría 71.6%.

Para el año 2010, el crecimiento en los Posgrados fue notorio, teniéndose las siguientes cifras: Doctorado 8.0%, Especialidad 18% y Maestría 74%. El crecimiento del posgrado en México estuvo acompañado de una disparidad en las áreas de estudio, claramente dominado por los posgrados en ciencias sociales. A partir del sexenio (2000-

2006) el gobierno federal, se trató de modificar la composición de la matrícula hacia las áreas de conocimiento de las ciencias exactas, situación que prevaleció en todo el sexenio siguiente (2006-2012). Sin embargo, a pesar de que se pretendió minimizar la importancia que tienen las ciencias sociales en las IESP, los resultados que esperaba el gobierno federal de un cambio de tendencia de las ciencias sociales a las ciencias exactas no tuvo el eco que se buscaba, antes aún, se incrementó la matrícula en las primeras con respecto a las segundas<sup>12</sup>.

Para tener una idea de lo anotado, se presenta el siguiente cuadro que refleja en términos cuantitativos la tendencia en cuanto a la matrícula de educación superior por niveles y áreas de conocimiento para el período 1990-2010 en los diversos programas de Posgrado en México. En la figura 4.1.1 referido a la matrícula de posgrado por área de conocimiento para el período 1990-2000 da cuenta de lo anterior. Se refiere fundamentalmente a la importancia que tiene en México las ciencias sociales y administrativas con un porcentaje con respecto al total nacional de 16,522 estudiantes para el año 1990 y que crece de manera considerable para el año 2010 hasta alcanzar los 103,340 alumnos.

Figura 4.1.A. Matrícula de programas de posgrado por áreas de conocimiento 1990-2010

Área de conocimiento	1990	2010
Ciencias agropecuarias	1,116	3,400
Ciencias de la salud	12,750	32,409
Ciencias naturales y exactas	2,571	3,987
Ciencias sociales y administrativas	16,522	103,540
Educación y humanidades	5,273	43,870
Ingeniería y tecnología	5,333	26,870
TOTALES	43,065	214,055

Fuente: inegi

El crecimiento en la última década (1990-2010) es muy significativo, sobresaliendo el área de Educación y humanidades con un 831.97 por ciento; el área de conocimiento referido a las Ciencias sociales y administrativas, la cual tuvo un 626.67 por ciento; Ingeniería y tecnología se ubicó en un 504.01 por ciento; Ciencias agropecuarias tuvo un incremento del 304.65 por ciento; Ciencias de la salud se ubica en un porcentaje del 254.18 por ciento y por último, el área de Ciencias naturales y exactas creció en un 134.19 por ciento.<sup>13</sup>

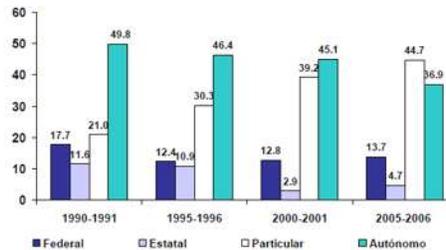
Tabla 4.1.B escuelas de posgrado y sus fuentes de financiamiento

Escuelas de posgrado, por fuente de financiamiento									
Periodo de 1990 a 2005									
Periodo	Federal	%	Estatal	%	Particular	%	Autónomo	%	Total
1990-1991	75	17.7	49	11.6	89	21.0	211	49.8	424
1991-1992	100	19.5	48	9.3	96	19.1	268	52.1	514
1992-1993	87	17.8	44	9.0	97	19.8	262	53.5	490
1993-1994	87	14.1	59	9.6	140	22.7	331	53.6	617
1994-1995	94	14.0	83	12.3	160	23.8	336	49.9	673
1995-1996	97	12.4	85	10.9	236	30.3	362	46.4	780
1996-1997	116	13.5	112	13.0	259	30.1	373	43.4	860
1997-1998	122	12.9	124	13.1	318	33.7	381	40.3	945
1998-1999	125	12.9	35	3.6	344	35.4	468	48.1	972
1999-2000	129	12.5	33	3.2	402	38.8	472	45.6	1,036
2000-2001	140	12.8	32	2.9	429	39.2	493	45.1	1,094
2001-2002	159	13.8	36	3.1	463	40.1	497	43.0	1,155
2002-2003	183	14.3	51	4.0	519	40.5	530	41.3	1,283
2003-2004	193	14.4	48	3.6	562	42.0	535	40.0	1,338
2004-2005 *	188	13.8	61	4.5	600	44.1	512	37.6	1,361
2005-2006 *	199	13.7	69	4.7	651	44.7	538	36.9	1,457

Fuente: inegi

En la siguiente tabla podemos notar el porcentaje de crecimiento por las diversas fuentes de financiamiento. Las escuelas de posgrado han mostrado un crecimiento mucho más importante que los otros niveles, pues en 1990 había un total de 424 escuelas, en el 2000 fueron mil 94 escuelas, y para el año 2005 suman un total de 1457 escuelas.

Gráfica 4.1.C. % de escuelas de posgrado  
Porcentaje de escuelas de posgrado, por fuente de financiamiento



Los posgrados en México se pueden caracterizar en varias formas, la Dirección de Posgrado ha diseñado, de manera participativa con grupos de enfoque las distintas modalidades que conforma la metodología de evaluación y seguimiento del PNPC. La figura 4.1.D, muestra estas modalidades<sup>14</sup>.



Figura 4.1.D. Modalidades del PNPC.

**La modalidad escolarizada o presencial.** El PNPC reconoce los programas de posgrado en sus dos orientaciones:

- Los *Programas de Posgrado con Orientación a la Investigación*: que se ofrecen en los niveles de doctorado, maestría y especialidad en las diferentes áreas del conocimiento.
- Los *Programas de Posgrado con Orientación Profesional*: que se ofrecen en los niveles de doctorado, maestría y especialidad con la finalidad de estimular la vinculación con los sectores de la sociedad.

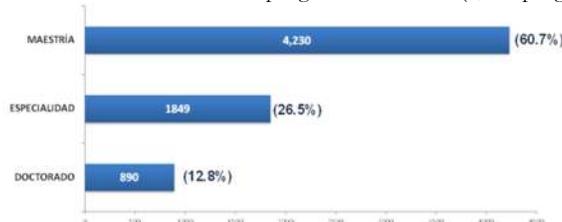
**Las especialidades médicas:** por su carácter académico – profesional y su orientación a la investigación clínica y el trabajo docente y asistencial, se diseñó una metodología apropiada a este tipo de posgrado.

**Los posgrados con la industria:** tienen como finalidad fortalecer la competitividad y productividad de las empresas mediante la formación de recursos humanos de alto nivel aptos para aplicar el conocimiento, desarrollar soluciones tecnológicas y con capacidad de innovar.

**Los posgrados de la modalidad no escolarizada (a distancia y mixta) :** incluyen una visión de contexto y definiciones sobre aspectos que son particularmente relevantes para esta

modalidad precisando el modo como se asegura la calidad educativa en este tipo de programas tomando en cuenta. Con base en el Sistema de consulta y explotación de Educación Superior DGPEE 2012-2013, la oferta de posgrado en México. En la república mexicana existen 6,969 programas de posgrado que ofertan 1,423 instituciones de las cuales 1,134 son particulares y 289 públicas. La Fig. 4.1.E, muestra una parte de los resultados de este estudio.

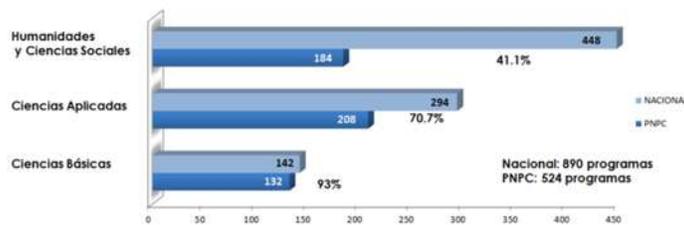
Figura 4.1.E. Oferta Nacional del posgrado en México (6,969 programas)



Fuente: Elaboración de la DAPYB-CONACYT, con base en el Sistema de consulta y explotación. Educación superior DGPEE 2012-2013

Como puede observarse en la figura anterior, de los 6,969 programas 890 (12.8%) corresponden al doctorado; 1,849 (26.5%) a las especialidades y 4,230 (60.7%) a las maestrías. El Programa Nacional de Posgrados de Calidad cuenta actualmente con 1,691 programas en su Padrón que corresponde al 24.2% de la oferta nacional. En particular, para el caso del doctorado el PNPC tiene una participación del 58.8% con respecto a la oferta nacional, destacando las ciencias básicas en las que alcanza el 93%, como se muestra en la Figura 4.1.F

Figura 4.1.F. Participación del PNPC en la oferta nacional del doctorado.



Fuente: Elaboración de la DAPYB-CONACYT, con base en el Sistema de consulta y explotación. Educación superior DGPEE 2012-2013

A casi 23 años de evaluación ininterrumpida del posgrado nacional, la evolución de los diferentes programas posgrado se muestra en la Figura 4.1.G

Figura 4.1.G. Evolución del PNPC.



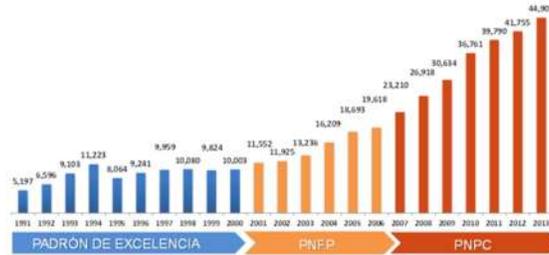
Fuente: Elaboración de la DAPYB-CONACYT, con base en el Sistema de consulta y explotación. Educación superior DGPEE 2012-2013

Del análisis del doctorado en la figura anterior, se puede concluir:

- En el Padrón de Excelencia (1991-2000) el doctorado, tuvo variación del 17%.
- En el Programa de Fortalecimiento al Posgrado Nacional (2000-2006), el doctorado tuvo un incremento del 33% con respecto al periodo anterior.
- En el PNPC el doctorado tuvo un incremento del 132% con respecto a 2006.

La evolución del programa de becas de CONACYT, se muestra en la siguiente figura.

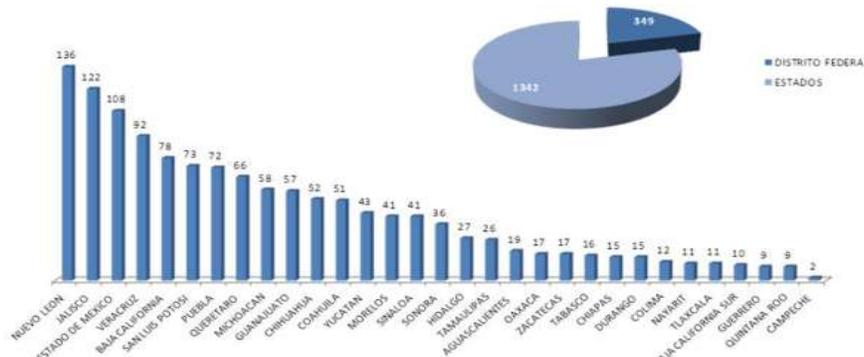
Figura 4.1.H. Evolución del programa de becas de CONACYT



Fuente: Elaboración de la DAPYB-CONACYT, con base en el Sistema de consulta y explotación. Educación superior DGPEE 2012-2013

La Figura 1.4.I, muestra la distribución de los programas de posgrado por entidad federativa.

Figura 4.1.I Composición del PNPC por entidad federativa.



Fuente: Elaboración de la DAPYB-CONACYT, con base en el Sistema de consulta y explotación. Educación superior DGPEE 2012-2013

La conformación del padrón del PNPC por sector académico y grado

Figura 4.1.J. El PNPC por sector académico y grado

SECTOR ACADÉMICO	DOCTORADO	MAESTRIA	ESPECIALIDAD	TOTAL
CENTROS CONACYT	54	80	5	139
CENTROS DE INVESTIGACIÓN FEDERALES	52	57		109
INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR PÚBLICAS DE LOS ESTADOS	259	526	157	942
INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR PÚBLICAS FEDERALES	105	171	24	300
INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR PARTICULARES	30	71	9	110
INSTITUTOS TECNOLÓGICOS	23	58	2	83
OTROS	1	6	1	8
<b>TOTAL</b>	<b>524</b>	<b>969</b>	<b>198</b>	<b>1691</b>

Fuente: Elaboración de la DAPYB-CONACYT, con base en el Sistema de consulta y explotación. Educación superior DGPEE 2012-2013

En lo referente al contexto socioeconómico se incluyen tres indicadores que aluden a los estándares de vida de las personas: Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, Índice de Desarrollo Humano (IDH) e Índice de Marginación (IM). El primero puede interpretarse como una medida del potencial económico del país y de sus entidades, representando la

capacidad para promover eventualmente inversiones sociales, entre ellas la educativa. También constituye un acercamiento a la calidad de vida de la población. El IDH por su parte constituye en sí una medida compuesta que sintéticamente da idea de la calidad de vida o del desarrollo de la población de un país o región, al captar las diferentes oportunidades estructurales que enfrentan sus habitantes para acceder a fuentes de conocimiento, así como a una vida larga y económicamente digna. El Índice de Marginación (IM) por su parte vincula variables claves relativas al entorno socioeconómico y geográfico, estableciendo jerarquías entre las entidades de acuerdo a las privaciones, condiciones de aislamiento y de exclusión social en que viven sus pobladores.

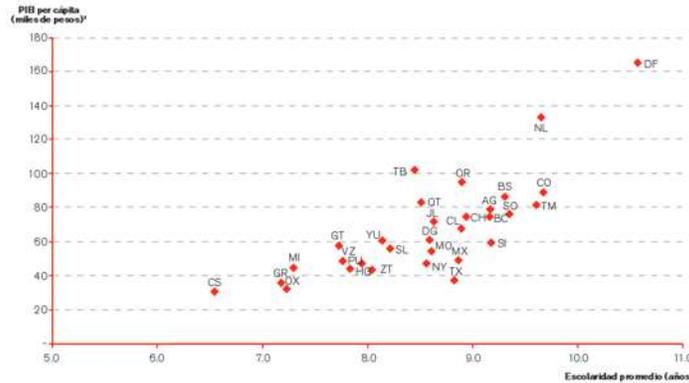
Figura 4.1.K, muestra la distribución por grado y por entidad federativa

ENTIDAD FEDERATIVA	DOCTORADO	MAESTRÍA	ESPECIALIDAD	TOTAL
DISTRITO FEDERAL	130	194	25	349
NUEVO LEON	37	66	33	136
JALISCO	31	61	30	122
ESTADO DE MEXICO	32	57	19	108
VERACRUZ	23	59	10	92
BAJA CALIFORNIA	26	41	11	78
SAN LUIS POTOSI	24	36	13	73
PUEBLA	24	45	3	72
QUERETARO	15	39	12	66
MICHOACAN	22	35	1	58
GUANAJUATO	20	33	4	57
CHIHUAHUA	12	36	4	52
COAHUILA	14	34	3	51
YUCATAN	13	24	6	43
MORELOS	16	24	1	41
SINALOA	15	19	7	41
SONORA	13	22	1	36
HIDALGO	9	17	1	27
TAMAULIPAS	5	19	2	26
AGUASCALIENTES	6	12	1	19
OAXACA	4	13		17
ZACATECAS	5	11	1	17
TABASCO	4	8	4	16
CHIAPAS	3	10	2	15
DURANGO	5	10		15
COLIMA	4	6	2	12
NAYARIT	3	7	1	11
TLAXCALA	3	7	1	11
BAJA CALIFORNIA SUR	5	5		10
GUERRERO	1	8		9
QUINTANA ROO		9		9
CAMPECHE		2		2
<b>TOTAL</b>	<b>524</b>	<b>969</b>	<b>198</b>	<b>1691</b>

Fuente: Elaboración de la DAPYB-CONACYT, con base en el Sistema de consulta y explotación. Educación superior DGPEE 2012-2013

En la práctica muchos datos sociales y económicos están entre mezclados y son difíciles de separar. Por otro lado, la riqueza de una nación no sólo puede ser interpretada como un facilitador del quehacer educativo. La escolarización es una de las condiciones necesarias para el crecimiento de una economía moderna. La investigación internacional consistentemente concluye que la generación de riqueza es afectada por la acumulación de capital humano en los integrantes de una nación, porque éste tiene efectos benéficos sobre la productividad de su trabajo (Afzalet al., 2010).

Gráfica 4.1.L PIB per cápita vs escolaridad en el país



La gráfica 4.1.L corrobora lo anterior en las entidades federativas, y muestra una elevada correlación positiva entre el PIBpc y el promedio de escolaridad en las entidades. El Distrito Federal registra los datos más elevados en escolaridad media (10.2 años) PIBpc, seguido de Nuevo León y Coahuila. En el otro extremo, los estados con los niveles más bajos de escolaridad se corresponden con los menores niveles PIBpc (Chiapas, Oaxaca y Guerrero). Un caso fuera del patrón señalado es Tlaxcala, porque a pesar de tener una escolaridad media de 8.4 años, similar al de estados como Morelos o Nayarit, tiene un PIBpc menor a éstos, incluso similar al de los estados con menor escolaridad.<sup>15</sup>

## Objetivos de la Fundamentación

Tomando en consideración la normativa establecida por la Secretaría de Educación Pública en los acuerdos 243, por el que se establecen las bases generales para dar autorización o reconocimiento de validez oficial de estudios y; el acuerdo 279, por el que se establecen los trámites y procedimientos relacionados con reconocimiento o validez oficial de estudios de posgrado; así como por la guía para la elaboración de propuestas curriculares de nueva creación, elaborada por la Comisión Estatal para la Planeación de la Educación Superior, se presenta la fundamentación, con propósito de justificar el porqué de este posgrado, a través de los estudios: fundamentados Macro regionales; investigación Micro regional; oferta y demanda de servicios educativos; mercado laboral; y socio económico y de expectativas educativas; el análisis de estos estudios nos permitirá determinar la conveniencia de establecer el posgrado en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas en la ciudad de Morelia.

## Fundamento Legal

El presente estudio de factibilidad sirve como fundamento legal para proporcionar elementos de juicio que permiten determinar la pertinencia de la elaboración y aplicación de la propuesta curricular del Doctorado en Ciencias Físicas en Ingeniería.

## 4.2 Fundamentación Macroregional

El estudio presentara una caracterización socioeconómica del estado de manera que se precisa el papel y las necesidades de la región en el entorno social, haciendo hincapié en el aspecto industrial.

### ➤ Perfil de Michoacán

#### a) Ubicación

DATOS GENERALES
Capital: Morelia
Superficie: 58.585 km <sup>2</sup>
Población: 3.991.189 (2007) hab.
Número de Municipios: 113

El estado de Michoacán se localiza en el extremo sur occidental de la mesa central de México, en un paisaje de bosques, praderas y lagunas, con montañas y volcanes que descienden hacia el mar. Se ubica entre las coordenadas 20° 23' 27" y 17° 53' 50" de latitud norte y entre 100° 03' 32" y 103° 44' 49" de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Limita al norte con los estados de Jalisco y Guanajuato, al noroeste con el estado de Querétaro, al este con los estados de México y Guerrero, al oeste con el Océano Pacífico y los estados de Colima y Jalisco, al sur con el Océano Pacífico y el estado de Guerrero.

#### b) Extensión

Michoacán tiene una superficie de 59,864 km<sup>2</sup>, por su extensión territorial ocupa el décimo sexto lugar nacional, lo que representa 3.04% de la extensión del territorio nacional. La entidad cuenta con 213 kilómetros de litoral y 1,490 km<sup>2</sup> de aguas marítimas.

#### c) Orografía

La orografía del estado de Michoacán está compuesta por mesetas y valles. La Sierra Madre Occidental forma parte de su territorio, lo que ubica a Michoacán como uno de los estados con mayores recursos forestales.

Así, está situado entre dos regiones fisiográficas: el eje neo volcánico al norte, que es donde ocupa mayor área y la de la sierra madre del sur que penetra en el estado por el sureste. De tal manera que la Sierra Madre del Sur Cruza al Estado en aproximadamente 200 km en la zona Suroeste (entre los municipios de Chinicuil y Arteaga). Es una continuación de la Sierra Madre Occidental y de otras Sierras de América del Norte. Tiene una dirección de noroeste a sureste, extendiéndose a lo largo de la costa del océano Pacífico: tiene una anchura de casi 100 km, una altitud más o menos constante en las partes altas de más de 2,900 m y una superficie de 13,126.5 km<sup>2</sup>. La mayor altura en esta Sierra es el Cerro de las Canoas, que tiene 2985 m de latitud y se localiza a 7 km al noroeste de la población de Coalcomán, en el municipio de este mismo nombre. Otra es el Cerro Cantador con 2436 m de altura, localizado a 35 km, al suroeste de Aguililla, también en el municipio de Coalcomán.

En el eje neo volcánico se localiza la sierra tarasca donde se encuentran numerosos conos volcánicos, entre los que sobresalen el Cerro Zirate, los volcanes de Zacapu, el Parícutín y el Tancítaro. A la misma provincia pertenecen las sierras de Angangueo, Ucareo, Mil Cumbres y Otzumatlán; otros relieves importantes como el pico de Quinceo, localizado al noroeste de Morelia, el volcán de San Andrés, al noroeste de Ciudad Hidalgo y el volcán de Jorullo que se encuentra en las cercanías de La Huacana.

La entidad cuenta con 213 Km. de Litoral y 1,490 Km<sup>2</sup> de aguas marítimas y acantilados y terrazas que avanzan hacia el mar, alternan con pequeñas áreas de planicies costeras y reducidas llanuras pluviales formadas por los ríos, como la del delta del Balsas, que es la más notable.

#### **d) Hidrografía**

Michoacán es el estado de México que cuenta con el mayor número de aguas interiores: el Lago de Pátzcuaro, el Lago de Zirahuén, el Lago de Camécuaro, la Laguna de Cuitzeo y parte de la Laguna de Chapala; las presas de Constitución de Apatzingán, la Villita e Infiernillo en la tierra caliente; en el oriente las presas de Pucato, Sabaneta y Mata de Pino, etc. El estado en su Hidrografía, tiene dos grandes corrientes: la del Río Balsas, y la del Río Lerma, en el primero, están construidas las presas Hidroeléctricas: la de Infiernillo, que es la tercera hidroeléctrica más importante del país, y la presa José Ma. Morelos conocida como la Villita. Los afluentes más importantes del Río Balsas dentro de Michoacán son los ríos, Tepalcatepec, del Marqués, Tacámbaro, Carácuaro, Cutzamala, Tuzantla y Temascaltepec. En la parte norte del Estado se localiza el Río Lerma, que sirve de límite con Guanajuato y Jalisco, desemboca en el lago de Chapala. Su principal tributario en el Estado es el Río Duero. Sus aguas termales y balnearios son muy reconocidos, sobresalen: Los Azufres, San José Purúa, Zinapécuaro, Cointzio y Hundacareo.

#### **e) Clima y Temperatura**

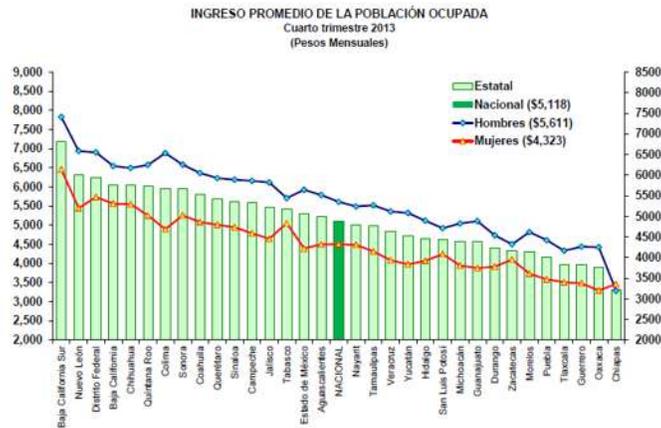
En Michoacán la diversidad que existe en sus regiones son responsables del complicado y diverso mosaico de condiciones climáticas que lo caracterizan. La gran variedad geológica y las montañas, el efecto de la depresión interior que se establece al nivel de la cuenca del Balsas o la Región de los Valles y Ciénagas del Norte, son de la variabilidad climática. En el estado de Michoacán se encuentran climas subhúmedos, cuyas temperaturas oscilan desde cálidos hasta semi-fríos. En el sureste y suroeste hay un clima cálido subhúmedo, con precipitaciones y temperaturas medias de 1,000mm. y 26°C respectivamente. En la región centro sur el clima es cálido semiseco y registros medios de 600 mm. de precipitación y 27° C. de temperatura. En el noroeste el clima es semicálido subhúmedo con 800mm. de precipitación y 20° C. de temperatura. El clima en la región noreste es templado subhúmedo con medias anuales de 1,000 mm. de precipitación y 16° C. de temperatura<sup>16</sup>.

### **Aspectos Económicos Importantes: La Población**

Según el censo de población del año 2010, el número de habitantes en Michoacán fue de 4,351,037 habitantes, de los cuales 2,248,928 son mujeres y 2,102,109 son hombres;

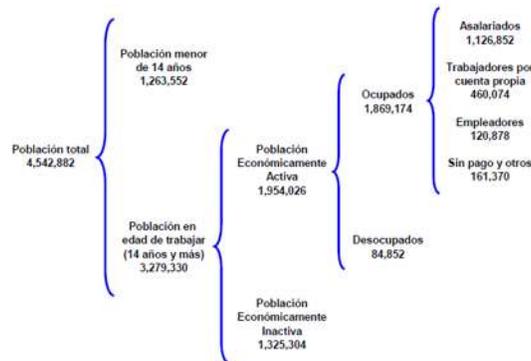
ocupando el 7° lugar a nivel nacional desde la década de los 80's, con una participación del 3.9 % de la población del país. Su tasa de crecimiento es de 1% anual en la última década.

Grafica 4.2.A Ingreso promedio de la población ocupada



Su densidad de población es de 74 habitantes por kilómetro cuadrado, por encima del promedio nacional de 50 habitantes por kilómetro cuadrado. En el Estado, la mayor densidad de población se localiza en el Bajío michoacano con 130 habitantes por kilómetro cuadrado, mientras que en la Costa se tienen únicamente 18 habitantes por kilómetro cuadrado. La población económicamente activa (PEA) en Michoacán, en el año 2003 representó 39.28% con respecto a la población total del estado.

Tabla 4.2.B Distribución económica de la población  
Cuarto trimestre 2013



La composición sectorial de la estructura de la PEA aún conserva parte de la estructura de las últimas décadas, donde todavía el sector primario ocupa una importancia relativa en todo el estado, situación que ha permitido al Estado continuar con la exportación de algunos productos agrícolas.

Tabla 4.2.C comparativo de población

**POBLACIÓN**  
**Cuarto trimestre 2013**  
**(Personas)**

Concepto	Nacional			Michoacán			Participación B/A (%)
	Total (A)	Hombres (%)	Mujeres (%)	Total (B)	Hombres (%)	Mujeres (%)	
Población total (PT)	118,896,009	48.4	51.6	4,542,882	48.8	51.2	3.8
Población menor de 14 años (Menores)	30,569,933	51.0	49.0	1,263,552	51.0	49.0	4.1
Población en edad de trabajar (PET)	88,326,076	47.5	52.5	3,278,330	48.0	52.0	3.7
Población Económicamente Inactiva (PEI)	35,850,282	28.7	73.3	1,325,304	28.3	73.7	3.7
Población Económicamente Activa (PEA)	52,475,794	61.6	38.4	1,954,026	62.7	37.3	3.7
Ocupados	50,243,493	61.6	38.4	1,890,174	62.5	37.5	3.7
Desocupados	2,432,291	61.0	39.0	84,852	68.4	33.6	3.5
<b>Tasas laborales (por cientos)</b>							
Tasa neta de participación, TNP (PEA/PET)	59.6	77.3	43.6	59.8	77.8	42.8	
Tasa de desocupación, TDA (Desocupados/PEA)	4.6	4.8	4.7	4.3	4.6	3.9	
Tasa de desocupación jóvenes (14 a 29 años)	7.7	7.0	8.8	7.0	6.3	8.2	
Tasa de Informalidad Laboral	58.8	58.2	59.8	73.1	73.3	72.8	

FUENTE: STPS-INEGI, Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo.

## Infraestructura: Vías de Comunicación

El estado posee una red carretera con una longitud de 12 mil 410 kilómetros, de los cuales 274 corresponden a carreteras de cuota, siendo una parte administrados por Caminos y Puentes Federales y 232 Km. por particulares. En su porción oriental penetran dos caminos importante provenientes de la ciudad de México, el federal número 15 y el 120. El primero llega a Toluca y de ahí se adentra en territorio michoacano, pasando por Zitácuaro y Ciudad Hidalgo y arriba a la capital estatal Morelia. El segundo entra al estado por Zinapécuaro, sigue al suroeste hasta converger con la No. 37 y en su recorrido une las poblaciones de Morelia, Pátzcuaro, Villa Escalante, Ario de Rosales y La Huacana; actualmente está en operación la carretera Cuitzeo-Morelia-Pátzcuaro- Uruapan-Lázaro Cárdenas. El estado cuenta con 1,321 kilómetros de vías férreas, de las cuales 1,030 kilómetros son troncales, 220 de patio y 71 de particulares, que conectan a la entidad con el resto del país y varios mercados internacionales, a través del puerto de Lázaro Cárdenas. Entre los municipios con mayor longitud de carretera se encuentran Morelia con el 4.5%, Aquila con el 2.9%, La Huacana, con 2.8%, Hidalgo con el 2.3%, Zinapécuaro con el 2.2%, Huétamo con el 2.1 % y Zitácuaro con el 2%. Conviene mencionar que del total de la superficie de rodamiento de las carreteras las principales están totalmente pavimentadas, representando el 27% de la superficie total, las carreteras secundarias representan el 30%, estando en su mayoría pavimentadas siendo los caminos rurales vecinales el 41.7% restante de la superficie de rodamiento, que en total tiene el 56.2% pavimentado y el 43.8% revestido. En Michoacán el ferrocarril en Michoacán se ha convertido prácticamente en un medio de transporte de carga, teniendo especial relevancia en la zona industrial de Lázaro Cárdenas. En cuanto se refiere a la infraestructura aeroportuaria en el estado existen los aeropuertos: de Morelia, "Francisco J. Múgica" y el de Uruapan "Gral. Ignacio López R.", considerados como Internacionales y Lázaro Cárdenas y Zamora que son Nacionales. Cuenta con 34 aeropistas, 14 de ellas con pista pavimentada y el resto revestidas con materiales pétreos, destacándose los municipios de Tepalcatepec, Múgica y Aguililla por ser los más importantes. En una de las desembocaduras del río Balsas se encuentra el puerto Lázaro Cárdenas, el cual da salida a los productos elaborados en la siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas, además, sirve de desahogo, en parte, del movimiento de carga que

se efectúa en los puertos de Manzanillo, Colima y Acapulco, Guerrero; es un puerto artificial pluvial. Abarca una superficie total de 3,210 hectáreas: con 2,075 metros lineales de muelle, 5,790 m. lineales de obras de protección entre rompeolas, escolleras y espigones, 103,500 m<sup>2</sup> de superficie pavimentada. Actualmente en el puerto se encuentran operando seis terminales, pudiendo recibir embarcaciones de hasta 80 mil toneladas de peso muerto con 225 metros de eslora y 43 pies de calado.

#### 4.2.1 Distribución de las Principales Actividades Económicas

Las principales actividades económicas del estado tienen que ver con diversos aspectos de cada región. Así tenemos: El estado ocupa el lugar número 15 en la generación del PIB a nivel nacional con una participación del 2.44% en el año 2010. El estado se encuentra dentro de los diez primeros lugares en la distribución sectorial del PIB a nivel nacional.

- ✓ 2° en el subsector Industria de la madera (12.7%), después del estado de Chihuahua (33.9%).
- ✓ 4° en Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza (6.5%), después de los estados de Jalisco (11.7%), Veracruz (7.4%) y Sinaloa (6.6%).
- ✓ 5° en el subsector de Industrias metálicas (6.9%), después de los estados de Nuevo León, Coahuila de Zaragoza, México y Distrito Federal.
- ✓ 7° en Servicios de apoyo a negocios y manejo de desechos y servicios de remediación (2.6%).
- ✓ 7° en Servicios educativos (3.5%).
- ✓ 7° en Otros servicios excepto actividades del gobierno (4.0%).
- ✓ 8° en Actividades del gobierno (2.6%).

Tabla 4.2.D Contribución por sectores al PIB estatal  
Producto Interno Bruto 2010

Sectores	%
Primario	10.62
Secundario	18.61
Terciario	70.77
<b>Total</b>	<b>100.00</b>

Fuente: Elaborado con base en INEGI Sistema de Cuentas Nacionales de México, 2010

El sector primario tiene un papel importante en la solidez de la estructura económica del estado. Sin embargo, como se muestra en los datos anteriores, el sector terciario es el que más peso tiene en la conformación del PIB estatal. Aunque el sector secundario se perfila como uno de los puntales de crecimiento económico del estado.

Tabla 4.2.E. Estudio del Posicionamiento de las Actividades Económicas

Periodo	2003	2008	2010
Total de la actividad económica	100.00	100.00	100.00
11 Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	10.19	10.66	10.28
21 Minería	0.44	0.43	0.34
22 Electricidad, agua y suministro de gas por ductos al consumidor final	1.34	1.34	1.52
23 Construcción	5.48	6.12	4.84
31-33 Industrias manufactureras Total industrias manufactureras	13.79	13.47	12.26
Subsectores 311-312. Industrias alimentaria, de las bebidas y del tabaco	4.84	4.31	4.07
Subsectores 313-316. Textiles, prendas de vestir y productos de cuero	0.65	0.42	0.43
Subsector 321. Industria de la madera	1.28	0.90	1.06
Subsectores 322-323. Industrias del papel, impresión e industrias conexas	0.54	0.41	0.39
Subsectores 324-326. Derivados del petróleo y del carbón; industrias química, del	0.55	0.60	0.66

Periodo	2003	2008	2010
plástico y del hule			
Subsector 327. Fabricación de productos a base de minerales no metálicos	0.79	0.90	0.76
Subsectores 331-332. Industrias metálicas	4.48	5.50	4.44
Subsectores 333-336. Maquinaria y equipo	0.15	0.16	0.18
Subsector 337. Fabricación de muebles y productos relacionados	0.34	0.15	0.15
Subsector 339. Otras industrias manufactureras	0.19	0.11	0.10
43 y 46 Comercio	17.23	18.12	18.85
48-49 Transportes, correos y almacenamiento	8.50	7.71	8.00
51 Información en medios masivos	2.05	3.14	3.26
52 Servicios financieros y de seguros	0.92	1.75	2.36
53 Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles	13.89	13.29	13.78
54 Servicios profesionales, científicos y técnicos	1.41	1.60	1.51
55 Dirección de corporativos y empresas	0.01	0.01	0.01
56 Servicios de apoyo a negocios y manejo de desechos y servicios de remediación	2.30	2.49	2.78
61 Servicios educativos	7.28	6.33	6.88
62 Servicios de salud y de asistencia social	3.54	3.01	2.83
71 Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos	0.25	0.23	0.23
72 Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas	2.63	2.46	2.62
81 Otros servicios excepto actividades del gobierno	4.69	4.79	4.55
93 Actividades del gobierno	4.58	4.08	4.48
Servicios de intermediación financiera medidos indirectamente	-0.52	-1.02	-1.37

Cifras preliminares: p/ A partir de 2009

Fuente: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México.

En la estructura sectorial del PIB para 2010, dentro del estado destacan el Comercio (18.85%), los Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles (13.78%) Industrias manufactureras (12.26%) y Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza (10.28%).

Tabla 4.2.F. Estructura económica del estado por su clasificación en el sector

Clasificación	Canúdad	Promedio
Comercio	18	30.00%
Manufactura	16	26.67%
Sector primario	7	11.67%
Servicios	19	31.67%
<b>Total general</b>	<b>60</b>	<b>100.00%</b>

Fuentes: INEGI, Censos Económicos 1998, 2003 y 2008

Tabla 4.2.G Relación de actividades de acuerdo al Sector

Sector	Clasificación				Totales por Sector	Promedio
	Comercio	Manufactura	Sector primario	Servicios		
Primario			7		7	11.67%
Secundario		16			16	26.67%
Terciario	18			19	37	61.67%
<b>Totales por clasificación</b>	<b>18</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>19</b>	<b>60</b>	<b>100%</b>

Fuentes: INEGI, Censos Económicos 1998, 2003 y 2008.

### a) El Sector Primario

En el estado de Michoacán la agricultura sigue siendo uno de los rubros productivos de mayor importancia en el sostenimiento del desarrollo económico estatal. A partir de la apertura comercial, en el país se ha venido dando el fenómeno de la tercerización de la economía, sin embargo, Michoacán ha realizado serios esfuerzos para seguir conservando una proporción importante de su producción interna dedicada a las actividades agrícolas y forestales. El subsector en el año 2001 participó con el 12.9% en la conformación del Producto Interno Bruto Estatal. El suelo agrícola ocupa el tercer lugar de la superficie total del estado con el 20.9 %, le aventajan las actividades forestal y pecuaria con el 28.8% y el

43.2% respectivamente. La siembra varía según el año agrícola y del total de la superficie agrícola, en los últimos cinco años se ha utilizado en promedio, el 76.23% de la superficie; En la producción agrícola se distinguen 5 cultivos como los de mayor importancia por su valor, siendo estos: maíz; sorgo, aguacate, trigo y caña de azúcar. En cuanto al volumen de la producción la caña de azúcar ocupa el primer lugar seguido del maíz, aguacate, sorgo y limón. Cabe señalar que históricamente el estado ha contado con productos agrícolas de exportación que en los últimos años han tenido mayor relevancia en cuanto a la captación de divisas destacándose entre ellos aguacate, fresa, melón, pepino y mango.

El estado de Michoacán es uno de los pulmones naturales del país, participa con el 9.8% del Producto Interno Bruto nacional del sector silvícola y es el primer estado en cuanto a producción de resina se refiere. De la extensión territorial del estado, el suelo forestal ocupa el 28.8% del territorio, notándose un descenso importante respecto al 40% que ocupaba a principios de la década. Actualmente cuenta con el 1.6% de su superficie como área protegida, sobre todo en la parte dedicada al santuario de la mariposa Monarca en el Este de la entidad.

La producción silvícola se presenta en 49 de los 113 municipios que conforman el estado; es de especies tradicionales, siendo el pino el de mayor producción con el 82.8% de la producción total, seguido por el encina con el 10.6% Y luego el oyamel con el 4.5%. Las especies tropicales apenas ocupan el 0.006% de la producción silvícola, tomando en cuenta la parota, cueramo, granadillo y el palo fierro. El volumen de la producción forestal maderable en 1998 fue de 960,450 metros cúbicos en rollo de un total de 4,345 unidades de producción rurales con actividad forestal de productos maderables, además de 30,388 unidades de producción rurales con actividad forestal y 29,399 unidades de producción rurales con actividad de recolección. En cuanto a pesca, el estado de Michoacán cuenta con una plataforma continental de aproximadamente 213km, así como de grandes extensiones de aguas continentales (lagos, vasos, presas y embalses) que en conjunto reportan un espejo de agua aproximado de 243,256 hectáreas y 1,434 cuerpos de agua, lo que ubica al estado como uno de los principales productores de especies acuícolas en aguas dulces. La participación de la pesca en el conjunto del sector agropecuario es el de menor volumen, representando junto con la caza el 12% de dicho sector, no obstante la gran potencialidad extensiones para la pesca. Según los datos estadísticos presentados, se percibe un crecimiento en los subsectores de agricultura, caza y pesca, mientras que la ganadería y la silvicultura tienen una tendencia decreciente. De los cultivos cíclicos agrícolas de mayor importancia en el estado contamos con el maíz, sorgo, trigo, fríjol, garbanzo blanco, lenteja, avena forrajera, ebo, janamargo, tomate rojo y melón,. Y los cultivos agrícolas perennes de mayor importancia son el aguacate, limón agrio, caña de azúcar y mango. Si bien existen otros cultivos, los anteriores son los más significativos y todos ellos tienen características de ser productos exportables, para lo que se requiere mejorar algunas técnicas de producción.

## **b) El Sector Secundario**

Del sector industrial que comprende los subsectores de: minería manufactures, construcción y electricidad, se percibe que en los últimos períodos, el subsector de la construcción es de los más importantes. En relación con la industria, el Estado se cuenta con los siguientes parques industriales: Ciudad Industrial Morelia, Parque de Pequeña y

Mediana Industria de Lázaro Cárdenas, Parque Industrial Zitácuaro, Parque Industrial Zamora, Parque Industrial Zacapu y Parque Industrial Contepec, siendo este último el de más reciente creación. Los municipios con mayor índice de empleo industrial por orden de mayor a menor son; Morelia, Uruapan, Lázaro Cárdenas, Zamora, Jacona, La Piedad, Quiroga, Hidalgo, Zitácuaro, Zacapu, Sahuayo, Tangancícuaro, Apatzingán, Pátzcuaro y Paracho, municipios que tocan todos los puntos cardinales de la entidad, pero que presentan mayor concentración en el norte y centro del Estado. La industria de la construcción ha sido una de las más dinámicas en el estado en los últimos años, aunque a partir de la crisis de 1994 se ha enfrentado con graves problemas. Dentro de los subsectores de la industria, en el año 2001 la industria de la construcción participó con el 6.4% de la producción total del Estado, con la participación de 412 compañías constructoras. La industria manufacturera en el estado tiene asentada su presencia fundamentalmente en 13 de los 113 municipios. Esta situación ha marcado el desarrollo desigual, quedando planteada la posibilidad de potenciar regiones aprovechando el desarrollo alcanzado por algunos municipios, para favorecer a los municipios de menor desarrollo. En cuanto al valor de los productos elaborados por la industria manufacturera, fueron cuatro las regiones que más contribuyeron:

Tabla 4.2.H Distribución económica por regiones del estado de Michoacán

REGIÓN	% DE CONTRIBUCIÓN
Costa	58.51
Centro	14.82
Ciénaga de Chapala	09.30
Meseta Purépecha	06.70

FUENTE: PROGRAMA SECTORIAL DE COMERCIO, INDUSTRIA y MINERÍA 1998-2003. (COPLADEM, 2003)

De acuerdo a datos del censo económico de 1999, en Michoacán se reportaron 19,731 unidades económicas, ocupando a un total de 82,368 personas, de los cuales el 60% son hombres y el resto mujeres. Entre 1980 y 1993, se ha casi triplicado el número de establecimientos manufactureros en el Estado de Michoacán; mientras que en el empleo generado por los mismos se ha elevado en menor proporción, lo que deriva en que el promedio de personal ocupado por establecimiento haya descendido, reflejando con esto que el tamaño empresarial se ha reducido, lo que indicaría que en la entidad tienden a predominar los establecimientos pequeños y más aún los micros, en forma más acentuada que lo registrado a nivel nacional.

### c) El Sector Terciario

Este sector, de los servicios, está conformado por los subsectores de: comercio y hoteles, transportes, almacenamiento y comunicaciones, servicios financieros, seguros y bienes inmuebles, servicios comunales, sociales y personales y servicios bancarios imputados, muestra una tendencia a la alza con respecto a los otros dos sectores de la economía no sólo porque sigue la tendencia nacional que ha privilegiado a la actividad financiera sobre la productiva, sino por el atractivo turístico propio de Michoacán. La entidad con una gran tradición comercial, sus riquezas naturales, así como su producción artesanal ha propiciado que las actividades comerciales se desarrollen en todos los municipios del estado. La actividad comercial está comprendida en el sector servicios de la economía conformando uno de los sectores de mayor importancia. La mayor actividad comercial se realiza en las

ciudades de Morelia, Pátzcuaro, Uruapan, Apatzingán, Lázaro Cárdenas, La Piedad, Sahuayo, Zamora y Ciudad Hidalgo. El comercio junto con los subsectores de Servicios Comunes, Servicios Bancarios, Servicios Financieros y Transportes, conforman el ámbito de la economía que más personal ocupan. Cabe señalar que en el estado existen 4 centrales de abastos ubicadas en Morelia, Zamora, Zitácuaro y Uruapan, así como 120 mercados públicos, 98 rastros municipales y 133 tianguis y mercados sobre ruedas, además de algunas tiendas de autoservicio, centros comerciales, e importadoras de gran tamaño en las principales ciudades de la entidad. El sector se encuentra representado en 20 cámaras de comercio, de las cuales 18 se encuentran afiliadas a la FECANACO y todas a la CONCANACO. En Michoacán la actividad comercial ocupa el segundo lugar después del sector servicios, de acuerdo a la aportación al PIB, con una contribución de 19.07%, ligeramente inferior a la media nacional que es del 22%. El número de establecimientos dedicados a esta actividad, es de 64, 608 de los cuales el 92.3% lo constituyen comercios al por menor. De acuerdo al censo económico de 1999, el comercio ocupó a 141, 385 personas, representando un valor medio en el estado de 2 personas por establecimiento. Los 113 Municipios del estado tienen características que los hacen proclives al desarrollo turístico; sin embargo, de acuerdo con el potencial y a la existencia de recursos naturales más factibles de ser aprovechados: clima, suelo agua, vegetación, orografía, infraestructura de comunicaciones y servicios establecidos, permiten agrupar al estado en seis regiones básicas.

#### **d) Nuevas Ramas de la Actividad Económica**

Una de las nuevas ramas de actividad que aparecieron en 2003 es la de Operadores de telecomunicaciones alámbricas (5171), la cual tuvo un crecimiento en su aportación económica de 0.04% en 2003 a 2.13% en 2008. El crecimiento que tuvo esta rama en su participación en población ocupada fue notorio, ya que de 0.07% pasó a 0.56%, pero fue más significativo el que se presentó en valor agregado, que pasó de generar el 0.01% en 2003 a 3.71% en 2008. También surgió la rama de Construcción de vías de comunicación (2373) que pasó de aportar el 0.54% de la Actividad Económica a 0.61%. La rama de Operadores de telecomunicaciones inalámbricas, excepto servicios de satélite (5172) también fue una rama nueva y mantuvo una participación en la Aportación Económica constante en 0.46% en 2003 y 2008. Ahora bien, los índices de especialización de las actividades que presentaron las mayores participaciones en lo que a aportación a la actividad económica se refiere fueron las ramas Industria básica del hierro y del acero (3311) con el índice de especialización más alto medido a través de la población ocupada que se situó en 25.25% para el año 2008<sup>17</sup>.

### **4.2.2 Los Aspectos Sociales**

#### **a) Salud.**

De 1995 a la fecha la esperanza de vida en Michoacán, aumentó 20 años; la mortalidad infantil pasó de una tasa de 30.5 por 1,000 nacidos vivos registrados en 1980 a una tasa de 11.87 en 1994; la mortalidad materna descendió en un 46% respecto a 1985, y la mortalidad general pasó de 4.87 defunciones por 1,000 habitantes en 1990 a 4.26 en 1995.

En Michoacán, las instituciones de salud, según datos de 1999 registran que las instituciones de seguridad social atienden a 1, 402,976 derechohabientes. De éstos, el IMSS atiende a 992,530; el ISSSTE a 394,923 y otras instancias a 15,523. El régimen de asistencia social cubre a la población abierta; así, el IMSS atiende a 853,724 personas y la SSA a 1,629,838 habitantes. En el año 2003, el sistema de salud estatal contaba con 899 unidades médicas. De este total, 43 son hospitales, destacando entre éstos 8 hospitales generales, un psiquiátrico y un infantil. En cuanto a las consultas ofrecidas en el año 2003, según los datos del boletín de información estadística se reportaron en el estado 8,979 consultas externas y según el tipo de consulta, las generales ascendieron a 6,865; las especializadas a 1,007; las odontológicas a 456, y las urgencias a 650.

Tabla 4.2.I. Unidades médicas en el estado de Michoacán

CONCEPTO	NACIONAL		ENTIDAD	
	NÚMERO	PORCENTAJE	NÚMERO	PORCENTAJE
<b>Total de unidades médicas</b>	21 507	100.0	1 056	100.0
Población asegurada	2 955	13.7	124	11.7
Población no asegurada	18 552	86.3	932	88.3
<b>De consulta externa</b>	20 263	100.0	1 006	100.0
Población asegurada	2 492	12.3	105	10.4
Población no asegurada	17 771	87.7	901	89.6
<b>Hospitalarias</b>	1 244	100.0	50	100.0
Población asegurada	463	37.2	19	38.0
Población no asegurada	781	62.8	31	62.0
<b>Rango de camas censables</b>				
Con menos de 30 camas censables	522	42.0	22	44.0
Con 30 a 59 camas censables	300	24.1	15	30.0
Con 60 a 119 camas censables	213	17.1	10	20.0
Con 120 a 179 camas censables	103	8.3	1	2.0
Con 180 y más camas censables	106	8.5	2	4.0

NOTA: Se consideran, para el total nacional, las siguientes instituciones: IMSS, ISSSTE, PEMEX, SEMAR, STC-Metro y servicios médicos estatales (población asegurada) y Secretaría de Salud, IMSS-Oportunidades y Hospitales Universitarios (población no asegurada). Para la entidad no incluye datos de Hospitales Universitarios, SCT metro e institutos estatales.

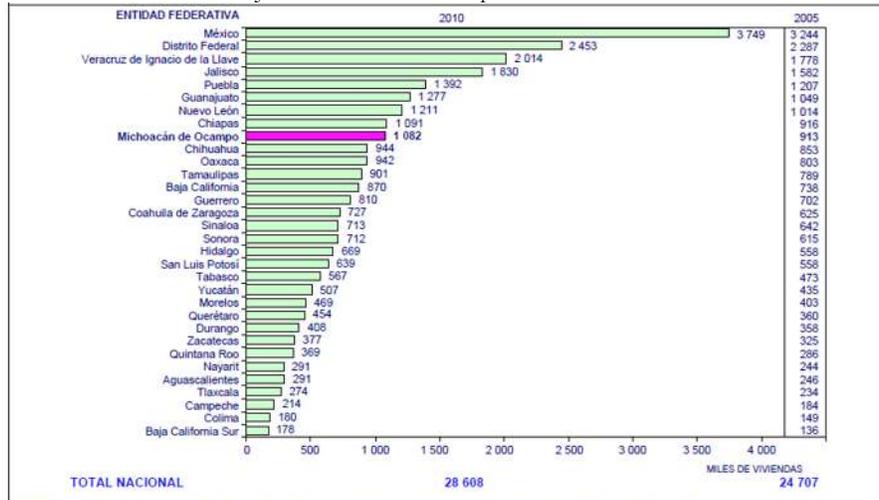
En el periodo comprendido entre 1999 y 2002 el programa IMSS expandió sus servicios hasta alcanzar a 1,015,137 personas, en 363 unidades médicas rurales, 5 hospitales rurales, éstos ubicados en Ario de Rosales, Paracho, Huétamo, Tuxpan y Coalcomán, y 379 consultorios. Asimismo, cubre ya 106 municipios del estado, y su mayor presencia se debe al número de comunidades rurales y etnias en extrema pobreza que habitan el estado. A nivel estatal, el número de camas para hospitalización ascendió en el año 2003 a un total de 2,142 de las que 1,068 correspondían a las instituciones de seguridad social; donde el IMSS tiene 774 y el ISSSTE 300. Las instituciones de asistencia social cuentan con: 1,068, de las cuales el IMSS tiene 136, la SSA 732 y el DIF 200. Datos del 2003, revelan que el sistema de salud en el estado cuenta actualmente con 4,298 médicos, de éstos, 3,750 están en contacto directo con el paciente, 976 son generales, 1,332 especialistas y 1,442 comprende residentes, pasantes y odontólogos, así como 548 dedicados a otras labores; 5,394 enfermeras, además de 1,787 consultorios y 67 laboratorios de análisis clínicos. (SSA, 2003)<sup>18</sup>.

## b) Vivienda

En cuanto a la vivienda, para el año 2,000 fueron reportadas 1,082,384 viviendas habitadas y un promedio de ocupantes por vivienda de 4 habitantes, similar al promedio nacional que es del 3.9. Con respecto a los servicios (agua, drenaje y energía eléctrica) existe un gran contraste en la entidad ya que la mayoría de los municipios más importantes

disponen de éstos tres servicios básicos, en tanto que algunos municipios del estado presentan bajos niveles en los tres servicios. Así, en el caso del drenaje, en Nahuatzen, Nocupétaro, Charapan y Susupuato el porcentaje de viviendas con ese servicio es inferior al 20%; Tuzantla y Epitacio Huerta están por debajo del 30% de disponibilidad de agua entubada; y en Aquila solamente el 30% de las viviendas cuenta con energía eléctrica.

Grafica 4.42.J. Numero de viviendas particulares abitadas 2005-2010



NOTA: Viviendas que al momento de la entrevista estaban ocupadas por personas que residen habitualmente en ellas.  
Cifras correspondientes a las siguientes fechas censales: 17 de octubre (2005) y 12 de junio (2010).

Así, el 15% de la población carece de agua potable, es decir, poco más de 650 mil habitantes, y el 38% no cuenta con servicio de drenaje. En contraparte, la electrificación llega al 97% de la población total. De los 113 municipios que integran la entidad, casi el 50% del territorio ocupado por 21 municipios, cuya característica principal es la pobreza y la marginación, cuenta con problemas de escasez de agua, debido sobre todo a su ubicación geográfica y a las condiciones geohidrológicas de esas zonas. Respecto al número de cuartos con que cuentan las viviendas en el estado, el 75.2% del total tenía tres o más, el 16.1% dos cuartos y el 8.1% un cuarto. Marcos Castellanos, con el 85%, posee el mayor porcentaje de viviendas con tres o más cuartos; enseguida está Jiquilpan, con el 81.2%; en tercer lugar se encuentra La Piedad, con el 80.7%, Y Morelia, con el 79.8%, ocupa el sexto sitio. La menor proporción la tiene el municipio de San Lucas, con solo el 33.5%, además de ocupar el tercer lugar en lo que se refiere a la cantidad de viviendas que disponen de un cuarto, con un porcentaje del 19.7%; le preceden Lázaro Cárdenas, con el 23% y Nocupétaro, el 20.8%. A nivel estatal, el 56.1% de las viviendas tenía pisos de cemento o firme y solamente el 20.9% contaba con algún recubrimiento en sus pisos (madera, mosaico u otro material). Por municipio, los menores porcentajes de viviendas con piso de tierra están en La Piedad, con el 4.5%; Ocampo, con el 7.5%; Churintzio, con el 8.8%, Y Zamora, con el 8.9%. En contraste, existen municipios con elevados porcentajes de viviendas con piso de tierra (Susupuato, Aquila y Chinicuila, con porcentajes arriba del 60%). Sobre el material utilizado en los techos de las viviendas, la información censal revela que la losa de concreto, el tabique o el ladrillo fueron los materiales más usados, representando el 48%; la teja representó el 20% y la lámina de cartón el 14.5%. En relación al material predominante en las paredes, el tabique, bloc o piedra alcanzaron el 59.7% y el adobe el 25.7%. Las viviendas particulares que son propiedades de sus ocupantes, alcanzaron el 10.7% mientras

que las arrendadas representaron el 9.2% y las que están bajo otro tipo de tenencia, el 7.2%. A nivel municipal, 27 municipios aparecen con la mayor proporción de viviendas propias, llegando al 92%, en tanto que otros cinco municipios tienen porcentajes inferiores al 70%. Así, Lázaro Cárdenas y La Piedad tienen los porcentajes más altos de viviendas particulares rentadas. En contraste, en seis municipios del estado la proporción de viviendas rentadas es inferior al 2%.

### c) **La Cultura, Recreación y Deporte**

El desarrollo económico y social de los pueblos se vería limitado si no se emprendieran acciones conducentes a revalorar y vivificar sus expresiones culturales. La cultura, entendida como un proceso, producto de las relaciones que los hombres establecen con su entorno natural y social, es el ámbito donde se entrelazan identidad. El desarrollo económico y social de los pueblos se vería limitado si no se emprendieran acciones conducentes a revalorar y vivificar sus expresiones culturales. La cultura, entendida como un proceso, producto de las relaciones que los hombres establecen con su entorno natural y social, es el ámbito donde se entrelazan identidad. Así, la cultura y las prácticas que la caracterizan trascienden al territorio, pero se anclan en éste, pues los procesos culturales se enraízan en los espacios sociales y económicos que le dan vida. En el caso del estado de Michoacán, si bien existe una identidad cultural que nos identifica como michoacanos, la fragmentación regional y la existencia de diversas culturas y tradiciones indígenas, ofrecen un amplio mosaico que se entrelaza histórica, social y políticamente.

En este sentido, la riqueza cultural michoacana, presente en las múltiples manifestaciones sociales y artísticas, en el patrimonio histórico y cultural con que se cuenta, se nutre de la diversidad regional y local. En las diversas regiones del estado, tanto las prácticas de los pueblos indígenas como las de los mestizos y otros grupos sociales, representan espacios, tradiciones y costumbres que nos dan una identidad. En Michoacán, el deporte y la recreación aún no han sido objeto de una adecuada atención a través de una política en la que se involucren todas las ramas deportivas y aquellas acciones de carácter recreativo, con la finalidad de que la población integre a su vida cotidiana ambos aspectos que se consideran como básicos para el desarrollo físico e intelectual del ser humano. Las instalaciones y la inversión se centran en ciertas instancias y en los principales centros urbanos. En 1998, se construyeron, ampliaron y equiparon 10 unidades deportivas y 637 canchas de usos múltiples; 964 personas recibieron capacitación en 54 cursos de enseñanza y práctica de los deportes, y se implantó una maestría en docencia para la cultura física, las acciones emprendidas continúan siendo notoriamente insuficientes, pues se circunscriben a determinadas áreas y ciertos sectores

### d) **La Educación**

En infraestructura educativa cuenta con una amplia red de instituciones en los diferentes niveles que conforman el sistema educativo estatal: básico, medio superior y superior que se encuentran distribuidas en la mayor parte del Estado. En Michoacán hay instituciones educativas de todos los niveles: educación inicial, preescolar y primaria hasta superior. Algunas universidades imparten no solo el nivel de licenciatura, sino que ofrecen la posibilidad de cursar estudios de maestría y doctorado. El acuerdo 279 emitido por la

SEP, y el Programa Sectorial de Educación 2013-2018, tienen como objetivo impulsar el crecimiento de la oferta educativa de nivel superior, con los criterios de pertinencia y equidad, con contenidos y métodos educativos de acuerdo a las características que demanda el mercado laboral para facilitar el desarrollo de los jóvenes, coadyuvando el desarrollo tecnológico del Estado.

México: población de 15 años y más en situación de rezago por entidades federativas seleccionadas, 2010

Entidad federativa	Porcentaje de analfabetos	Porcentaje sin primaria	Porcentaje sin secundaria	Tasa de rezago total	Volumen total de población en rezago (millones)	Componentes de atención especial	Lugar en rezago total a nivel nacional
07 Chiapas	30.4	32.6	36.9	58.5	1.8	Analfabetismo y primaria	1
08 Chihuahua	9.0	30.1	60.9	40.5	0.9	Secundaria	15
09 Distrito Federal	8.3	25.8	65.9	25.3	1.7	Secundaria	32
11 Guanajuato	16.7	32.0	51.3	49.1	1.8	Analfabetismo, primaria y secundaria	6
12 Guerrero	32.0	27.9	40.1	52.1	1.2	Analfabetismo, primaria y secundaria	4
14 Jalisco	10.7	33.0	56.3	40.9	2.1	Secundaria	14
15 México	12.7	28.3	59.0	34.6	3.7	Analfabetismo, primaria y secundaria	25
16 Michoacán	14.2	35.3	45.6	53.1	1.6	Analfabetismo y primaria	3
19 Nuevo León	7.6	29.4	62.9	28.8	1.0	Secundaria	31
20 Oaxaca	28.9	30.8	40.3	56.3	1.5	Analfabetismo y primaria	2
21 Puebla	21.4	30.1	48.5	48.5	1.9	Analfabetismo y primaria	8
30 Veracruz	23.0	34.6	42.4	49.8	2.7	Analfabetismo, primaria y secundaria	5
32 Zacatecas	11.4	39.1	49.5	48.6	0.5	Primaria y secundaria	7
Total					22.4		

Fuente: INEGI, XIII Censo de Población y Vivienda 2010, Ags., México.

Tabla 4.2.K. Estadística del Sistema Educativo de Michoacán  
Ciclo escolar 2010 - 2011

NIVEL / MODALIDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	DOCENTES	ESCUELAS	GRUPOS
<b>TOTAL SISTEMA EDUCATIVO</b>	<b>1 258 296</b>	<b>624 831</b>	<b>633 465</b>	<b>70 706</b>	<b>12 427</b>	<b>67 492</b>
<b>PÚBLICO</b>	<b>1 116 977</b>	<b>556 458</b>	<b>560 519</b>	<b>58 449</b>	<b>10 944</b>	<b>61 279</b>
<b>PRIVADO</b>	<b>141 319</b>	<b>68 373</b>	<b>72 946</b>	<b>12 257</b>	<b>1 483</b>	<b>6 213</b>
<b>EDUCACIÓN BÁSICA</b>	<b>983 604</b>	<b>496 802</b>	<b>486 802</b>	<b>51 728</b>	<b>11 284</b>	<b>59 339</b>
<b>PÚBLICA</b>	<b>891 945</b>	<b>451 000</b>	<b>440 945</b>	<b>46 043</b>	<b>10 344</b>	<b>54 827</b>
<b>PRIVADA</b>	<b>91 659</b>	<b>45 802</b>	<b>45 857</b>	<b>5 685</b>	<b>940</b>	<b>4 512</b>
<b>EDUCACIÓN PREESCOLAR</b>	<b>183 598</b>	<b>92 139</b>	<b>91 459</b>	<b>10 119</b>	<b>4 437</b>	<b>12 695</b>
GENERAL	161 804	81 239	80 565	8 113	2 873	10 410
INDIGENA	12 843	6 460	6 383	633	191	822
CURSOS COMUNITARIOS	8 951	4 440	4 511	1 373	1 373	1 373
<b>PÚBLICO</b>	<b>165 441</b>	<b>83 010</b>	<b>82 431</b>	<b>8 942</b>	<b>4 013</b>	<b>11 373</b>
FEDERAL	10 026	5 022	5 004	1 411	1 383	1 414
ESTATAL	155 415	77 988	77 427	7 531	2 630	9 959
<b>PARTICULAR</b>	<b>18 157</b>	<b>9 129</b>	<b>9 028</b>	<b>1 177</b>	<b>424</b>	<b>1 232</b>
<b>PRIMARIA TOTAL</b>	<b>566 046</b>	<b>289 185</b>	<b>276 861</b>	<b>27 720</b>	<b>5 270</b>	<b>37 306</b>
GENERAL	536 126	273 895	262 231	25 606	4 255	32 827
INDIGENA	23 896	12 211	11 685	1 300	201	1 595
CURSOS COMUNITARIOS	6 024	3 079	2 945	814	814	2 884
<b>PÚBLICO</b>	<b>511 541</b>	<b>261 810</b>	<b>249 731</b>	<b>25 172</b>	<b>4 915</b>	<b>34 730</b>
FEDERAL	6 024	3 079	2 945	814	814	2 884
ESTATAL	505 517	258 731	246 786	24 358	4 101	31 846
<b>PARTICULAR</b>	<b>54 505</b>	<b>27 375</b>	<b>27 130</b>	<b>2 548</b>	<b>355</b>	<b>2 576</b>
<b>SECUNDARIA TOTAL</b>	<b>233 960</b>	<b>115 478</b>	<b>118 482</b>	<b>13 889</b>	<b>1 577</b>	<b>9 428</b>
GENERAL	109 665	53 845	55 820	6 786	510	3 751
TELESECUNDARIA	53 499	26 906	26 593	3 429	868	3 489
TÉCNICA	70 796	34 727	36 069	3 674	199	2 188
<b>PÚBLICO</b>	<b>214 963</b>	<b>106 180</b>	<b>108 783</b>	<b>11 929</b>	<b>1 416</b>	<b>8 724</b>
FEDERAL	1 590	759	831	148	138	357
ESTATAL	213 373	105 421	107 952	11 781	1 278	8 367
<b>PARTICULAR</b>	<b>18 997</b>	<b>9 298</b>	<b>9 699</b>	<b>1 960</b>	<b>161</b>	<b>704</b>
<b>EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR</b>	<b>134 963</b>	<b>64 331</b>	<b>70 632</b>	<b>9 941</b>	<b>626</b>	<b>4 350</b>
<b>PROFESIONAL TÉCNICO</b>	<b>13 122</b>	<b>6 624</b>	<b>6 498</b>	<b>700</b>	<b>24</b>	<b>342</b>
CONALEP	11 947	6 346	5 601	538	18	285
OTROS	1 175	278	897	162	6	57
<b>PÚBLICO</b>	<b>12 440</b>	<b>6 451</b>	<b>5 989</b>	<b>613</b>	<b>19</b>	<b>319</b>
FEDERAL						
ESTATAL	11 947	6 346	5 601	538	18	285
AUTÓNOMO	493	105	388	75	1	34
<b>PARTICULAR</b>	<b>682</b>	<b>173</b>	<b>509</b>	<b>87</b>	<b>5</b>	<b>23</b>
<b>BACHILLERATO</b>	<b>121 841</b>	<b>57 707</b>	<b>64 134</b>	<b>8 841</b>	<b>602</b>	<b>4 008</b>
GENERAL	43 476	20 845	22 631	4 411	236	1 667
COLEGIO DE BACHILLERES	31 740	14 735	17 005	1 907	83	891
TELEBACHILLERATO	6 606	2 636	3 970	247	200	245
TÉCNICO	40 019	19 491	20 528	2 276	83	1 205
<b>PÚBLICO</b>	<b>96 464</b>	<b>45 172</b>	<b>51 292</b>	<b>5 789</b>	<b>426</b>	<b>2 941</b>
FEDERAL	32 197	15 606	16 591	1 845	57	908
ESTATAL	56 566	25 880	30 686	3 112	362	1 733
AUTÓNOMO	7 701	3 686	4 015	832	7	300
<b>PARTICULAR</b>	<b>25 377</b>	<b>12 535</b>	<b>12 842</b>	<b>3 052</b>	<b>176</b>	<b>1 067</b>
<b>EDUCACIÓN SUPERIOR</b>	<b>87 014</b>	<b>43 573</b>	<b>43 441</b>	<b>7 972</b>	<b>215</b>	<b></b>
<b>NORMAL LICENCIATURA</b>	<b>6 185</b>	<b>2 753</b>	<b>3 432</b>	<b>492</b>	<b>17</b>	<b></b>
LICENCIATURA	77 386	39 137	38 249	6 454	134	
POSGRADO	3 443	1 683	1 760	1 026	64	
<b>PÚBLICO</b>	<b>71 110</b>	<b>36 833</b>	<b>34 277</b>	<b>5 398</b>	<b>100</b>	<b></b>
FEDERAL	10 796	6 677	4 119	866	15	
ESTATAL	22 903	11 328	11 575	1 578	35	
AUTÓNOMO	37 411	18 828	18 583	2 954	50	
<b>PARTICULAR</b>	<b>15 904</b>	<b>6 740</b>	<b>9 164</b>	<b>2 574</b>	<b>115</b>	<b></b>
<b>CAPACITACIÓN PARA EL TRABAJO</b>	<b>52 715</b>	<b>20 125</b>	<b>32 590</b>	<b>1 465</b>	<b>302</b>	<b>3 893</b>
<b>PÚBLICO</b>	<b>45 018</b>	<b>17 002</b>	<b>28 016</b>	<b>606</b>	<b>55</b>	<b>3 192</b>
FEDERAL	14 598	5 548	9 050	99	9	1 172
ESTATAL	30 420	11 454	18 966	507	46	2 020
AUTÓNOMO						
<b>PARTICULAR</b>	<b>7 697</b>	<b>3 123</b>	<b>4 574</b>	<b>859</b>	<b>247</b>	<b>611</b>

Fuente dirección general de población SEP Michoacán

### e) El Empleo

A nivel nacional el sector agropecuario es de los más afectados por la apertura comercial y los cambios en la Política económica, dando como resultado una disminución de la fuerza de trabajo en aproximadamente dos millones de empleos.

En contraste con lo ocurrido en el campo, en los últimos 11 años el empleo en las actividades no agropecuarias aumento 9.8 millones de personas. Si se analiza la contribución de los sectores al incremento del empleo no agropecuario, se tiene que el 39% correspondió a los servicios, 21% al comercio, 20% al conjunto de las industrias de transformación, extractivas y electricidad y el 20% a la construcción, el transporte, las comunicaciones, y la administración pública. Por otro lado, el sector industrial contribuyó con 23% de los nuevos puestos de trabajo asalariado, lo que pone de manifiesto que la capacidad de generar empleos de la industria mexicana, después de apertura comercial, se ha visto menos afectada que la de otros países latinoamericanos con industrias relativamente desarrolladas.

En el estado de Michoacán en 1970, el 59% de la PEA trabajaba en el sector primario, tres décadas más tarde, esta proporción se redujo al 23.7%. Para 1980, el 52.4% de la población vivía en el área rural, en el año 2000 sólo el 35% habitaba en zonas rurales. En la entidad: en el año 2000, el sector industrial generaba el 20% del valor del PIB estatal y daba empleo a 25% de la PEA, principalmente en actividades manufactureras. Una década después este sector aporta entre 10 y 12% del valor agregado de la entidad. Cabe señalar que la tercerización de la economía se ha incrementado al igual que a nivel nacional, en la actualidad el sector aporta aproximadamente el 62% del PIB esperando que en la próxima década llegue al 68%. En materia de empleo el sector servicios se ha venido incrementando, en 1970 daba empleo al 19.2% de la PEA, en tanto que en año 2000 representó el 48.3%. Por lo que los sectores que han registrado un crecimiento más acelerado han sido el transporte y comunicaciones; los servicios financieros, seguros y actividades inmobiliarias y los servicios comunales, sociales y personales. En tanto que el sector comercio, restaurantes y hoteles están tomando un repunte importante. Los estudios realizados por la ANUIES, en relación con un panorama prospectivo nacional del mercado laboral; resume que la estructura interregional de empleo remunerado del país para el año 2006 se distribuyó de la siguiente manera: la región Centro sur concentra el 28.26% del empleo remunerado del país; la región Sur-Sureste el 20.29%; la región Centro Occidente, donde se encuentra el Estado de Michoacán el 17.44%; la Noreste el 13.74% y la Noroeste el 11.30%, en tanto que la región metropolitana concentra el 8.97% del empleo remunerado existente en la economía mexicana.

La región Noreste muestra una especialización en empleo manufacturero, en generación de electricidad, y en comercio, restaurantes y hoteles. La región Noroeste, por su parte, tiene una ligera especialización en minería, en construcción, en transportes y comunicaciones y en la prestación de servicios financieros. La región Centro-Occidente, muestra singular especialización en el empleo agropecuario, manufacturero, comercial, turístico y de servicios; en tanto la región Centro-Sur muestra una mayor especialización en manufacturas, en construcción, en generación de electricidad y agua, en transporte y comunicaciones. La región Sur-Sureste, continua presentado muy elevados índices de especialización de empleo agropecuario y minero. El empleo de profesionistas, de acuerdo con la información censal, para el año 2000 se registraban 3.7 millones de profesionistas ocupados en la economía mexicana, número que se acrecentó a aproximadamente 5.3 millones de personas para el año 2006; el ritmo de crecimiento para la región Centro Occidente fue de 5.38% anual.

Se estima que para finales del 2016, la especialización del sector agropecuario se concentrará en las regiones: Noroeste, Centro Occidente y Sur Sureste; la minería sólo, en las regiones Sur-Sureste y metropolitana; la manufacturera en regiones como la Noreste, Centro Occidente, Noroeste y Centro-Sur; la industria de la construcción será notoria en prácticamente todas las regiones, en tanto que el comercio, el turismo y los servicios será elevada en el empleo de profesionistas en las regiones Noroeste y Noreste y Centro Occidente. Unidades económicas y personal ocupado:

- Cuenta con 176,186 unidades económicas, el 4.7 % del país.
- Emplea 608,175 personas, el 3.0 % del personal ocupado de México.
- Del total del personal ocupado en la entidad, el 57% (345,571) son hombres y el 43% (262,604) son mujeres.
- En promedio, las remuneraciones que recibe cada trabajador al año en Michoacán de Ocampo son de \$64,441 el promedio nacional es de \$99,114.

Michoacán es una entidad con una gran variedad de Recursos Naturales, con una diversidad de clima, flora y fauna propicios para el desarrollo de una infraestructura económica basada en la comercialización de los bienes y servicios producidos en el Estado de Michoacán dentro y fuera de nuestras Fronteras. Michoacán es una entidad con una vocación muy especial para el turismo<sup>18</sup>.

### Producto Interno Bruto del Estado de Michoacán

El Producto Interno Bruto de la entidad para el año 2009 se contabilizó en 36,664,704 mil pesos. Por división de actividad económica tuvo el siguiente comportamiento:

Tabla 4.2.L División de actividad económica en Michoacán

<i>Gran división</i>	<i>Miles de pesos a precios de 2000</i>
<i>Agropecuaria</i>	5,802,878
<i>Minería</i>	359,270
<i>Manufactura</i>	4,815,153
<i>Construcción</i>	1,934,345
<i>Electricidad</i>	939,051
<i>Comercio y hoteles</i>	6,442,772
	3,946,579
<i>Transporte, almacenaje y comunicaciones</i>	

La información anterior muestra que la principal actividad económica en el estado de Michoacán está representada por el sector primario, seguido muy de cerca del subsector comercio y hoteles. En tercer lugar se ubica el subsector de la industria manufacturera y en cuarto sitio de importancia se destaca el sub sector de transportes y comunicaciones. Sin embargo, de acuerdo con la información recabada por el INEGI, se observa con claridad que las actividades terciarias aportan el 68.76 por ciento al PIB estatal, y en ese sector: el Comercio, restaurantes y hoteles (Comercio, Servicios de alojamiento temporal y de Preparación de alimentos y bebidas) tienen una aportación del 20.44, por lo cual este ámbito es fundamental para el desarrollo de la entidad.

Tabla 4.2.M. principales sectores económicos

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal (año 2009)
<b>Actividades primarias</b>	<b>11.27</b>
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	11.27
<b>Actividades secundarias</b>	<b>19.97</b>
Minería	0.52
Construcción y Electricidad, agua y gas	6.95
Industrias Manufactureras	12.50
<b>Actividades terciarias</b>	<b>68.76</b>
Comercio, restaurantes y hoteles (Comercio, Servicios de alojamiento temporal y de Preparación de alimentos y bebidas).	20.44
Transportes e Información en medios masivos (Transportes, correos y almacenamiento)	10.08
Servicios financieros e inmobiliarios (Servicios financieros y de seguros, Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles)	14.62
Servicios educativos y médicos (Servicios educativos, Servicios de salud y de asistencia social)	10.72
Actividades del Gobierno	5.09
Resto de los servicios* (Servicios profesionales, científicos y técnicos, Dirección de corporativos y empresas, Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, y Otros servicios excepto actividades del Gobierno )	7.81
Total	100

FUENTE: INEGI. Sistema de Cuentas Nacionales de México. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa, 2005-2009.

## Síntesis del Estado de Michoacán

Michoacán es un estado libre y soberano; forma parte de la República Mexicana y se ubica al occidente del territorio nacional. Limita con los estados de Colima y Jalisco al noroeste, al norte con Guanajuato y Querétaro, al este con el Estado de México; al sureste con Guerrero y al suroeste con el océano Pacífico. Nuestra entidad se compone de 113 municipios y su capital es Morelia. Su economía depende en gran medida de la agricultura. Destacan los cultivos de aguacate, jitomate y melón; además es gran productor de garbanzo, limón, ajonjolí, sorgo y fresa. En relación con la ganadería, sobresale la producción de ganado bovino. Su orografía es de las más accidentadas del país, pues se encuentra en el Eje Volcánico Transversal y la Sierra Madre del Sur. Los principales lagos son: el de Pátzcuaro, el de Zirahuén y el de Cuitzeo, así como parte del lago de Chapala. El río más importante es el Lerma, que nace en el Estado de México y abastece la presa de Tepuxtec para regar las tierras del valle de Maravatío. Otros ríos en el estado son el Balsas y el Cupatitzio; este último alimenta las caídas de agua de la Tzaráracua, cascada ubicada en el municipio de Uruapan.

- Parte importante de los recursos hidráulicos se encuentran en las cuencas de los ríos Balsas, Lerma y Tepalcatepec. El estado de Michoacán es generador de energía eléctrica ya que cuenta con la presa El Infiernillo.
- Las ciudades de la entidad que sobresalen por su importancia económica y atractivo turístico son: Lázaro Cárdenas, Zamora, Zitácuaro, Apatzingán, Huetamo y La Piedad.

- La economía de Michoacán tiene como pilar fundamental la agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y producción de artesanías. La industria siderúrgica, establecida en el puerto Lázaro Cárdenas, es importante; existen otras industrias derivadas.
- Se comunica con el resto del país por magnificas vías terrestres y aéreas que cada día se amplían y mejoran para facilitar el acceso a sus principales centros de atracción turística. Así, en resumen el estado de Michoacán tiene como características:

1.- La Capital del estado es Morelia.

2.- Cuenta con 113 municipios.

3.- Su extensión territorial es de 58,599 km<sup>2</sup>, aproximadamente el 3.0% del territorio nacional.

4.- Supoblación es de 4,351,037 habitantes, el 3.9% del total del país.

5.- La distribución de su población: 69% urbana y 31% rural; a nivel nacional es de 78 y 22 %.

6.- El nivel de escolaridad de su población: 7.4 (Primer año de secundaria); 8.6 el promedio nacional.

7.- Los hablantes de lengua indígena de 5 años y más: 3 de cada 100 personas, a nivel nacional 6 de cada 100 personas hablan lengua indígena.

8.- Su aportación al PIB Nacional: 2.5%.

### 4.3 Investigación Microregional

#### Objetivo

Precisar las condiciones socio-económicas del municipio de Morelia, análisis de la estructura productiva y las expectativas de los diferentes sectores sociales sobre el doctorado en Ciencias en Ingeniería Física.

#### Perfil de Morelia: Aspectos Geográficos

Morelia se ubica en el municipio Morelia en el estado de Michoacán de Ocampo en las coordenadas geográficas latitud 19.702222 y longitud -101.185556 a una mediana altura de 1920 metros sobre el nivel del mar. El Municipio de Morelia se encuentra localizado en la región centro-norte del Estado de Michoacán; colinda con 14 municipios de acuerdo a lo siguiente: al norte con Tarimbaro, Copandaro de Galeana, Chucandiro y Huaniqueo; al sur con Acuitzio del Canje, Madero y Tzitzio; al oriente con Charo y al poniente con Coeneo, Quiroga, Tzintzuntzan, Lagunillas, Huiramba y Patzcuaro<sup>16</sup>.

#### Extensión

Extensión territorial de 1,199 km<sup>2</sup> y representa el 2.03 % de la superficie total del Estado.

#### Orografía

La superficie del municipio es muy accidentada. La región montañosa se extiende hacia el sur y forma vertientes bastante pronunciadas, que se internan al norte, sobresaliendo los

cerros de Punhuato y las lomas antiguamente llamadas de El Zapote, que se unen en la región norte con la sierra de Otzumatlán. Al sur de la ciudad de Morelia se encuentran las lomas de Santa María de los Altos; adelante están los cerros de San Andrés, que se unen, en la parte noroeste, con el pico de Quinceo, la mayor altura en la zona, con 2,787 metros sobre el nivel del mar, que tienen conexión con las lomas de Tarímbaro y los cerros de Cuto y de Uruétaro, los cuales limitan al valle y los separan del lago de Cuitzeo.

## **Hidrografía**

El municipio de Morelia pertenece a la región hidrográfica conocida como Lerma-Santiago y también forma parte de la cuenca del lago de Cuitzeo. Sus principales corrientes fluviales son el río Grande y el río Chiquito. Los arroyos más conocidos son el de la Zarza y la Pitaya. Los cuerpos de agua más importantes son la Presas de Cointzio, Umecuaró y Loma Caliente, aun cuando existen varios almacenamientos, principalmente para uso pecuario. En el municipio afloran más de 70 manantiales, siendo el de la Mintzita el más grande.

## **Clima**

Predomina el clima del subtipo templado de humedad media, con régimen de lluvias en verano de 700 a 1,000 milímetros de precipitación anual y lluvias invernales máximas de 5 milímetros anuales promedio. La temperatura media anual es de 14° a 18° centígrados, aunque ha subido hasta 38° centígrados. Los vientos dominantes provienen del suroeste y del noroeste, con variables en julio, agosto y octubre, con intensidad de 2 a 14.5 km/h.

## **Principales Ecosistemas**

La vegetación se encuentra claramente diferenciada, de acuerdo a la altitud y a los tipos de clima y de suelo: en la parte montañosa del sur, por ejemplo, hay coníferas (pinos, encinos y madroños); en la región norte, arbustos y matorrales (mezquites, cazahuates, "uña de gato" y huisaches). En el sureste de la ciudad se encuentra el bosque "Lázaro Cárdenas", que es una reserva ecológica. En términos generales, la flora comprende, entre otras especies encino, cazahuate, granjeno, jara, sauce, pirúl, cedro blanco, nopal, huisache, pasto, girasol, maguey, eucalipto, fresno y álamo. En cuanto a fauna, se pueden enumerar conejo, coyote, tlacuache, ardilla, víbora, liebre, aves silvestres, tejón, ganado caprino y porcino, águila, gavilán, halcón, armadillo, cuervo y zorrillo.

## **Características y Uso de Suelo**

La ciudad se encuentra asentada en terreno firme de piedra dura denominada riolita, conocida comúnmente como cantera, y de materiales volcánicos no consolidados o en proceso de consolidación, siendo en este caso el llamado tepetate. El suelo del municipio es de dos tipos: el de la región sur y montañosa pertenece al grupo podzólico, propio de bosques subhúmedos, templados y fríos, rico en materia orgánica y de color café "forestal";

la zona norte corresponde al suelo negro "agrícola", del grupo Chernozem. El municipio tiene 69,750 hectáreas de tierras, de las que 20,082.6 son laborables (de temporal, de jugo y de riego); 36,964.6 de pastizales; y 12,234 de bosques; además, 460.2 son incultas e improductivas<sup>16</sup>.

## Aspectos Económicos

El Producto Interno Bruto (PIB) de Michoacán fue de 20,813 millones de dólares, lo que representó 2.47% del total nacional; la entidad es la número 15 en la aportación a la producción nacional. Este nivel de producción es similar al que tienen países como El Salvador (21,101 mdd) y Estonia (19,084 mdd). Entre 2003 y 2009 el PIB de la entidad creció a una tasa promedio anual de 1.76%, tasa inferior al crecimiento promedio del país, Michoacán cuenta con uno los PIB per cápita más bajos del país, sólo por arriba del Estado de México, Puebla, Guerrero, Tlaxcala, Oaxaca y Chiapas; en 2009 el producto por habitante en la entidad fue de 5,250 dólares, monto inferior al promedio nacional. Por lo que se refiere a la población económicamente activa, la entidad es la novena con mayor número de personas en edad laboral y que se encuentran en condiciones para trabajar; por otro lado, el último Censo Económico reporta un total de 247,749 unidades económicas en las cuales se genera la actividad económica de la entidad; este número de unidades es el sexto mayor en el país. Estos dos indicadores contrastan con los indicadores de producción y competitividad, ya que a pesar de ser una de las entidades con un importante acervo de recursos humanos y unidades económicas, esto no se ve reflejado en los niveles de producción y de competitividad, donde ocupa los últimos lugares de las 32 entidades federativas.

Según los datos del Censo de Población del 2000, el 37.6% de la población, equivalente a 233,505 personas, es económicamente activa, de los cuales se encuentran ocupados el 98.5%. La distribución según el sector de ocupación es la siguiente: 3.5% en el sector primario; 23.3% en el sector secundario, 70.4% en el sector terciario, y no tienen ocupación definida el 2.8%. Como puede observarse la gran mayoría de la población ubica su ocupación en el sector terciario, destacando el comercio, el turismo, los servicios educativos y gubernamentales.

Tabla 4.3.A. población por sector económico en Michoacán

POBLACION TOTAL	620,532	
POBLACION OCUPADA	230,201	37.1
SECTOR PRIMARIO	8,041	3.5
SECTOR SECUNDARIO	53,742	23.3
SECTOR TERCIARIO	162,010	70.4
INDETERMINADO	6,408	2.8

FUENTE: XII CENSO DE POBLACION Y VIVIENDA. INEGI

El crecimiento demográfico del municipio de Morelia, desde mediados del siglo pasado, presenta una dinámica mayor a la experimentada en el Estado (en algunos casos mayores. Sin embargo, la tasa de crecimiento se ha reducido de 4.9 a 2.3 en el período de 1990-2000; dinámica de crecimiento demográfico que equivale a casi el doble de las tasas estatales de 2.1 y 1.2 respectivamente. La densidad de población en el municipio de Morelia se incrementó de 369 habitantes por kilómetro cuadrado en 1990 a 465 en el 2000, indicador muy por arriba de la densidad estatal de 67 habitantes por kilómetro cuadrado

conforme al último censo del 2000. La ciudad de Morelia conforme a los datos del Censo de Población realizado por el INEGI y del Consejo Estatal de Población (COESPO), presenta una mayor preponderancia en su jerarquía urbana al pasar de 428,486 habitantes en 1990 a 549,996 en el año 2000. El proceso de concentración demográfica que se acentúa a nivel del municipio de Morelia donde el 88% de su población reside en el área urbana de la capital estatal, en contraste con el 86% de 1990. El Censo del 2000 registró 234 localidades en el municipio de Morelia de las cuales únicamente 4, (2%) se consideraron urbanas, es decir, mayores a 2,500 habitantes y el resto 230 (98%) rurales, en las que habitan el 92% y el 8% de la población respectivamente.

Los tres componentes que determinan el volumen y crecimiento de una población son: los nacimientos, las defunciones y los movimientos migratorios.

Tabla 4.3.B. Comparativo regional vs nacional

Indicador	Valor estatal	Valor Nacional ó % del nacional	Posición de Michoacán <sup>1</sup>	Fuente
PIB (millones de USD), 2009	20,813	2.47%	15	INEGI, FCCyT
PIB per cápita (USD), 2009	5,250	9,961	26	OCDE, INEGI, CONAPO, FCCyT
Población Económicamente Activa (2010-III)	1,665,234	3.53%	9	INEGI
Tasa de desempleo, (2010-III)	3.8%	5.6%	28	INEGI
Índice de Competitividad Estatal, 2008 (IMCO)	--	--	25	IMCO
Índice de Uso de los Recursos, 2004 (COPARMEX)	4.8	--	31	COPARMEX
Índice de Potencial de Innovación estatal, 2004	0.152	--	19	RUIZ D.C.
Unidades Económicas, 2008	247,749	4.8%	6	INEGI, Censos Económicos
Tasa neta de migración, 1995-2000	0	0	19	INEGI
Años promedio de escolaridad, 2010	7.4	--	29	INEGI
% de población alfabeta, <sup>2</sup> 2010	89.1	--	26	INEGI
Índice de Desarrollo Humano, 2004	0.7575	0.8031	28	PNUD
Índice de Marginación, 2005	0.457	--	23	CONAPO
Pobreza alimentaria (% de la población), 2005	23.28	18.24	23	CONEVAL
Pobreza de capacidades (% de la población), 2005	30.81	24.70	23	CONEVAL
Pobreza de patrimonio (% de la población), 2005	54.49	47.04	24	CONEVAL
% de la población en condiciones de pobreza multidimensional, 2008	54.56	44.2	26	CONEVAL
% de viviendas con TV, 2010	93.07	--	20	INEGI
% de viviendas con computadora, 2010	20.81	--	26	INEGI
% de viviendas con teléfono, 2010	36.38	--	22	INEGI

<sup>1</sup> La mejor posición corresponde al número 1; la última posición corresponde al número 32, excepto en la tasa de desempleo.  
<sup>2</sup> Es la relación porcentual del número total de alfabetos entre la población de 15 y más años.  
Fuente: OCDE, INEGI, IMCO, COPARMEX, RUIZ D.C. (2007), SEP, PNUD, CONAPO, CONEVAL, COFETEL.

Fuente OCDE

El crecimiento acelerado en el municipio de Morelia, conforme a las tasas de crecimiento y con base en las estadísticas de la población a nivel municipal, se debe al saldo neto migratorio positivo, es decir a la mayor cantidad de personas que inmigran al municipio de Morelia; más aún si se considera que conforme al Breviario 2002 del COESPO, la tasa bruta de natalidad del municipio de Morelia de 25.32 nacimientos por cada mil habitantes y es menor que la del Estado de 29.76, en contraste las tasas brutas de mortalidad son de 1.10 y de 3.38 respectivamente, lo que refleja los mejores niveles de salud y bienestar del municipio<sup>18</sup>

Tabla 4.3.C. Distribución Empresas y empleo Michoacán

Parque Industrial	Total empresas establecidas	Total de empleos generados	Empresas grandes (más de 251 empleados)	Empresas medianas (51-250 empleados)	Empresas pequeñas (11-50 empleados)	Empresas micro (0-10 empleados)
Ciudad Industrial de Morelia	250	9050	0	25	69	121
Fideicomiso de la Cd. Industrial de Morelia	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Parque de Pequeña y Mediana Industria de Lázaro Cárdenas	28	254	2	0	3	3
Parque Industrial Contepec	6	290	3	3	0	0
Parque Industrial Región Zacapu	11	265	0	1	0	6
Parque Industrial Región Zamora	19	160	0	0	19	0
Parque Industrial Zitácuaro	34	888	2	2	23	4

Nota: La suma agregada por tamaño de empresa no coincide con la suma total de empresas establecidas.  
n.d.: Información no disponible.  
Fuente: Datos extraídos del Sistema de Consulta del SIMPPI. <http://www.contactopyme.gob.mx/parques/intramets.asp> Consultado en abril de 2011.

Fuente contactopyme

## Población

La población económicamente activa del municipio de Morelia ha tenido un incremento de 145,859 a 253,505 personas durante la década 1990-2000, lo cual implica un aumento sustantivo en la proporción de 43% a 51% respecto a la población total de 12 años y más, lo cual implica una mayor demanda de empleo.

Con relación a la ocupación, destaca el incremento durante la última década de la proporción de la población económicamente activa (PEA) de la Región Centro que pasó de 41% al 47% y que 97 de cada 100 personas se declararon ocupadas en 1990 mientras que para el 2000 dicha cifra aumentó a 99.

**Sector Primario.**- Comprende las actividades agrícolas, ganaderas, silvícolas, de caza y pesca, es decir la producción de insumos. La distribución de la población del municipio en zonas rurales y zonas urbanas comprende el 11% y el 89% respectivamente de acuerdo con el INEGI. Del total de la superficie municipal se estima que 17 mil 668 hectáreas fueron sembradas de éstas sólo el 7.1% lo hizo utilizando un sistema de riego. De las 17 mil 015 hectáreas que fueron cosechadas, destacan productos como la avena forrajera con 5,142 toneladas y la producción de pastos con 3,060 toneladas. La actividad pecuaria está encabezada por la producción de carne de canal de gallinácea con poco más de 11 mil toneladas, seguido por los productos bovinos que se registran con 6,528 toneladas. Los volúmenes producidos en la región son generalmente destinados al consumo local.

**Sector Secundario.**- Considera las industrias manufactureras, de la construcción, eléctrica, de agua, de extracción de petróleo, gas y minero metalúrgica. Los cambios productivos, tecnológicos y financieros que se vienen experimentando a nivel nacional y mundial hacen necesaria una revaloración de las micros, pequeñas y medianas empresas en general y en particular de las manufactureras, dada su importancia en la dinámica económica.

Al respecto INEGI indica que para el 2009, en el municipio de Morelia se registraron 3,926 unidades económicas en el sector manufacturero, es decir 14.2% del total de unidades del sector en la entidad. Estas unidades económicas se calcula que cuentan con un personal ocupado de 29 mil 694 personas, quienes obtuvieron una remuneración promedio anual de 94 mil pesos. Asimismo el total de activos fijos de las unidades económicas se calcula en 4,911 millones de pesos. En suma obtienen cerca del 11.8% del valor agregado censal bruto.

La tipología de la industria manufacturera se encuentra dividida entre pequeños talleres y microempresas ubicadas en las inmediaciones de la cabecera municipal, en su mayoría con capitales locales y regionales, de baja mecanización y localizados en ramas tradicionales y de subsistencia, características que se mantiene a nivel estatal y nacional. En un estudio realizado por la Facultad de Economía de la UMSNH a 60 empresas de la zona industrial moreliana se destacan algunas apreciaciones que pueden contribuir al mejoramiento del desempeño y elevación de la competitividad de éstas. Para el caso de las empresas de alimentos, bebidas y tabaco su competitividad se relaciona en gran medida con variables como las finanzas y la mercadotecnia. Mientras que en el caso de las empresas de sustancias químicas, productos derivados del petróleo y del carbón, de hule y plástico, la competitividad es asociada con la producción y el tipo de organización.

**Sector Terciario.-** Atendiendo a la información contenida en el Censo INEGI 2010, se destacan las actividades pertenecientes al sector terciario, es decir el comercio, servicios, transportes y comunicaciones, mismas que aportan al ingreso estatal 70.1% por ciento del total del PIB. En este sector se encuentra una gran diversidad de giros comerciales así como un heterogéneo y vasto grupo de pequeños y medianos negocios que compiten con las grandes empresas y con las cadenas de autoservicio que han venido proliferando en el municipio.

Las ciudades son protagonistas del desarrollo económico terciario porque concentran la infraestructura y el equipamiento urbano, lo que configura las condiciones generales de la producción, es decir, un capital social, en cuya producción interviene el Estado, el cual resulta favorable a la reproducción del capital fijo privado; sobre todo porque la ciudad se convierte en una fuerza productiva. Por otro lado, más de 80% del personal ocupado en las actividades terciarias se concentró en el comercio y servicios al consumidor, en 1980 el comercio y servicios al consumidor ocupaban a 87,689 individuos; sin embargo, en 2003 hubo un aumento, ya que se empleó a 262,127 trabajadores. Entre 1980 y 2003, el número de establecimientos que ofrecía servicios al consumidor tuvo un incremento importante de 32,861 a 106,068 establecimientos. Esto es consecuencia del aumento en el número de establecimientos de comercio de bienes de consumo inmediato y, al mismo tiempo, de comercio de bienes de consumo duradero entre 1980 y 2003. En el primer caso, de 17,516 pasó a 39,026 en el periodo señalado, con una participación importante de la rama de preparación de alimentos y bebidas; en el segundo caso sobresalió la participación de bienes del hogar y personales. Por otro lado, en 1980, en el rubro de los servicios de consumo duradero había 3,610 establecimientos y en 2003 hubo 16,479. En este caso sobresalió la participación de la rama de reparaciones.

La importancia económica de la ciudad de Morelia se manifiesta en que concentra el 23% de la población ocupada a nivel estatal; la actividad económica preponderante es la relacionada al ramo del comercio y servicios, el cual proporcionó empleo, en el 2000, al 63% de la población que se registró como ocupada en el municipio, contrastando con el 49% obtenido a nivel estatal; además que el 30% de la población económicamente activa ocupada en este sector de todo el Estado, reside en esta zona. De manera complementaria la población ocupada se distribuye en el sector secundario o industrial que emplea al 25% y el sector primario o agropecuario que ocupa al 9% de la población económicamente activa de la región. Con base a los indicadores socioeconómicos del COESPO, Michoacán presentó en el año 2000 un grado de marginación alto y ocupa el décimo lugar en el contexto

nacional, los cuales se obtienen al medir los índices de analfabetismo, educación, carencia de servicios básicos en las viviendas y hacinamiento, entre otros factores. En cuanto a la ocupación, predominan la ocupación como profesionista independiente con un 33%, seguido de empleados del sector público con 23.8%, y un 19.1 comerciantes, el resto se divide entre empleados del sector privado, empresarios y empleados del sector educativo entre otros.

### 4.3.1 Aspectos Sociales Municipio de Morelia

#### a) Desarrollo Urbano

Conforme al Programa Nacional de Desarrollo Urbano y Ordenación del Territorio 2001-2006, la ciudad de Morelia se clasifica como Aglomeración Urbana; ciudades que han tenido procesos de expansión urbana hacia municipios adyacentes en la misma entidad y en conjunto tienen una población inferior a 1.000,000 de habitantes.

El Plan Estatal De Desarrollo Urbano 1979-2005, consideró a 145 localidades como centros de población integrantes del denominado: Sistema de Ciudades a Largo Plazo, El municipio de Morelia forma parte de la Región 01 Centro, establecida por el Comité de Planeación del Estado de Michoacán, y de manera específica su esquema de interrelación considera a la ciudad de Morelia, como Centro Regional Estatal, de la cual dependen de manera directa dos Centros de Nivel Medio: Cuitzeo del Porvenir y Zinapécuaro de Figueroa; Siete Centros de Nivel Básico: Santa Ana Maya, Huandacareo, Álvaro Obregón, Indaparapeo, Charo, Queréndaro y Tarímbaro, este último conurbado; finalmente dentro de la jerarquía urbana dependen de Morelia quince centros de población clasificados como Centros de Concentración Rural (SERUC).

#### b) Cultura

En este rubro existen 12 museos, casi todos en el primer cuadro de la ciudad, 4 bibliotecas públicas y 6 teatros igualmente ubicados casi todos en el centro de la ciudad; también se cuenta con 13 salones de usos múltiples localizados en la parte sur de la ciudad. Su distribución y radios de influencia recomendables pueden observarse en los gráficos de Equipamiento, Servicios e Infraestructura Urbana, los que demuestran que hay una falta de cobertura evidente en el rubro de cultura.

#### c) Vivienda

Conforme al XII Censo General de Población y Vivienda 2000, se tienen registradas en el municipio de Morelia 139,814 viviendas; 125,385 corresponden a la ciudad de Morelia de las cuales 8,942 presentan condiciones precarias con estructura de desecho; en estas viviendas los

Índices de hacinamiento a nivel de la ciudad y del municipio son de 4.36 y de 4.41 ocupantes por vivienda en promedio; estas cifras son ligeramente menores a las registradas para la Región Centro de 4.49 y al índice del Estado de 4.65 habitantes por vivienda.

En cuanto a la dotación de servicios por vivienda los indicadores para la ciudad de Morelia están ligeramente por arriba de los regionales y estatales; así tenemos que 94.4 % cuenta

con agua entubada, el 97.1 % con drenaje y el 99.2 % con energía eléctrica, contrastando con los índices de la Región Centro de 92.0 %, 88.7 %, 98.2 % respectivamente.

#### **d) Estructura Vial**

El Censo del 2000 registró 234 localidades en el municipio de Morelia de las cuales únicamente 4, (2%) se consideraron urbanas, es decir, mayores a 2,500 habitantes y el resto 230 (98%) rurales, en las que habitan el 92% y el 8% de la población respectivamente. Tiene comunicación entre sus localidades por caminos pavimentados y caminos rurales revestidos.

#### **e) Expectativas Educativas**

La ciudad de Morelia es una de las ciudades del país que concentran mayor oferta educativa desde nivel básico hasta posgrado. En encuesta con estudiantes estos se inclina en su mayoría por proseguir estudios esperan mejor expectativa de vida con mayor grado académico. En cuanto a la inquietud de los jóvenes 92% pretende seguir un posgrado, el 87% se inclina por un posgrado PNP, continuando en un doctorado afín a su maestría, el 64% continuara su posgrado en el estado de Michoacán, 24% emigrara a otros estados para continuar sus estudios y el 4% pretende salir del país para continuar su posgrado.

#### **f) Servicios Educativos**

En el municipio de Morelia se concentra el mayor número de centros educativos del estado, en los diferentes niveles que conforman el sistema educativo nacional. Morelia es uno de los más importantes centros culturales del país por la gran cantidad de eventos desarrollados, entre los que destacan festivales de cinematográficos, musicales, exposiciones de pintura y arte, teatro, convenciones de diversa índole, etc. Asimismo es una de las ciudades con mayor patrimonio arquitectónico del país, razón por la cual fue declarada en 1991 patrimonio cultural de la humanidad por la UNESCO. Aunado que esta ciudad fue la cuna de José María Morelos, Josefa Ortiz de Domínguez, Agustín de Iturbide, Mariano Michelena, etc. Y fue lugar de residencia y formación académica de e intelectual de Miguel Hidalgo y Costilla. Por el número de instituciones educativas resulta ser una de las principales ciudades estudiantiles del país, esta migración se ha convertido en una de la las principales actividades económicas del municipio, ya que gran parte del derrame económico se debe a los estudiantes.

Para el ciclo 2014-2015 se cuenta con las siguientes instituciones:

Tabla 4.3.I. Escuelas de educación superior en Morelia

*Universidad Michoacana de San Nicolás Hidalgo. *Universidad Pedagógica Nacional (UPN). *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Campus Morelia.
*Centro de Estudios Universitarios Sor Juana Inés de la Cruz, Campus Morelia. *Instituto Michoacano de Ciencias de La Educación José María Morelos. *Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Morelia. *Universidad de Morelia, UDEM. *Universidad Interamericana para el desarrollo, UNID, Campus Morelia. *Universidad La Salle, ULSA, Campus Morelia. *Universidad Latina de América, UNLA. *Universidad Vasco de Quiroga, UVAQ, Campus Morelia. *Universidad Mexicana de Educación a Distancia.
*Universidad Tecnológica de Morelia.
*Instituto Tecnológico de Morelia. *Instituto Tecnológico Agropecuario.
*Escuela Normal Superior de Michoacán. *Escuela Normal de Educadoras *Escuela Normal Rural vasco de Quiroga. *Escuela Normal Urbana Federal. *Escuela Normal de Educación Física. *Instituto Michoacano de Ciencias de la Educación
*Centro de Actualización del Magisterio. *Escuela Normal Particular Motolinía. *Escuela Normal Particular Anahuac.
*Instituto Sor Juana Inés de la Cruz. *Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Michoacán.
*Centro de Investigación y desarrollo del Estado de Michoacán. *Centro de Educación Continua IPN, Unidad Morelia.
*Escuela Superior de Música Las Rosas. *Instituto de Estudios superiores de Comunicación.

**g) Salud**

El municipio de Morelia cuenta con 27 clínicas hospitales, de los cuales 22 son de primer nivel, 3 de segundo y dos de tercero, con 970 camas totales 971 médicos de los cuales 299 son médicos generales, 436 especialistas y 236 otras actividades. 1,201 enfermeras de ellas 1,145 están en contacto con pacientes y 56 en otras actividades, estos hospitales proporcionan 666,883 consultas generales que representan el 16% del total del estado.

Tabla 4.3.H. Servicios médicos Municipio de Morelia

Tabla de servicios médicos en el municipio de Morelia					
UNIDADES MEDICAS	SSA	SDN	IMSS	ISSSTE	AYTO.
Centros de Salud Urbanos	10	1	1		4
U.M.F.			3	1	
Hospital General y de especialidades	5		1	1	

Datos proporcionados por la S.S.A. y la Dir. de Salud del H. Ayuntamiento, 2002.

**h) Cultura**

En este rubro existen 12 museos, casi todos en el primer cuadro de la Ciudad, 4 bibliotecas públicas y 6 teatros igualmente ubicados casi todos en el centro de la ciudad;

también se cuenta con 13 salones de usos múltiples localizados en la parte sur de la ciudad. Su distribución y radios de influencia recomendables pueden observarse en los gráficos de Equipamiento, Servicios e Infraestructura Urbana, los que demuestran que hay una falta de cobertura evidente en el rubro de cultura.

## Conclusión

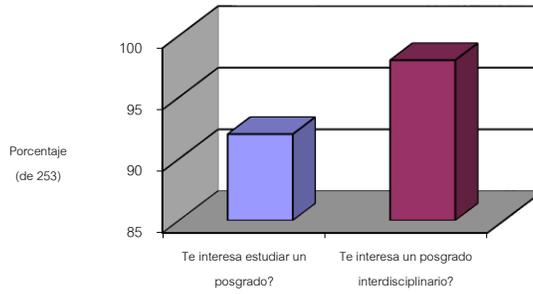
El estado de Michoacán se caracteriza por su actividad económica, primaria pero además industrial y comercial concentrado su población y riqueza en la zona Centro. Sin embargo como se mostró en los análisis anteriores existe un potencial importante de desarrollo del capital humano para impulsar el crecimiento económico de las unidades productivas del estado. También se puede concluir que el programa en Ciencias en Ingeniería Física en nivel posgrado es pertinente con las necesidades del estado y con las demandas de la población en edad de educación superior que concentran en un porcentaje importante al área de Ciencias Sociales. El Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física con énfasis en investigación, industria metalúrgica y telecomunicaciones aporta al conocimiento científico y a la problemática económica del estado y a la formación de recursos humanos y los egresados del programa podrán incidir a mediano y largo plazo. Además de los egresados del programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, los cuales serían una fuente natural de aspirantes al programa de doctorado, existe un número suficientemente grande de programas de maestría en ciencias afines a este programa de posgrado, cualquier egresado de estos programas de maestría es un potencial aspirante del presente programa de doctorado. Tomando en cuenta que no existen en el país programas idénticos al de esta propuesta, confiamos que ese número aumentará en la medida en que el programa se difunda en los medios universitarios. Si a esto agregamos su posible inmediata inclusión en el PNP, esto hará que el programa sea muy atractivo para los egresados de los programas mencionados. Tomando en cuenta estos factores esperamos que, durante los primeros años del programa tengamos un ingreso anual de entre cinco y diez alumnos. La esperanza es que este número crezca conforme se vaya consolidando este programa de doctorado. Se para fortalecer los datos anteriores se realizó una encuesta en los diferentes maestrías afines de la UMSNH en el anexo se adjunta encuesta aplicada, Para estimar la cantidad de alumnos que ingresarían al posgrado al inicio del programa, se elaboró una encuesta dirigida a este fin que contemplara el aspecto social e institucional de este proyecto.

En el Anexo 1, se adjunta la encuesta que se aplicó en la DES de Ingenierías y la DES de Ciencias Exactas, Metalurgia y Materiales de la UMSNH. Como puede observarse, el punto 3 de la encuesta está relacionado con el aspecto social descrito de este proyecto, mientras que el punto 4 de la encuesta se relaciona con el aspecto institucional.

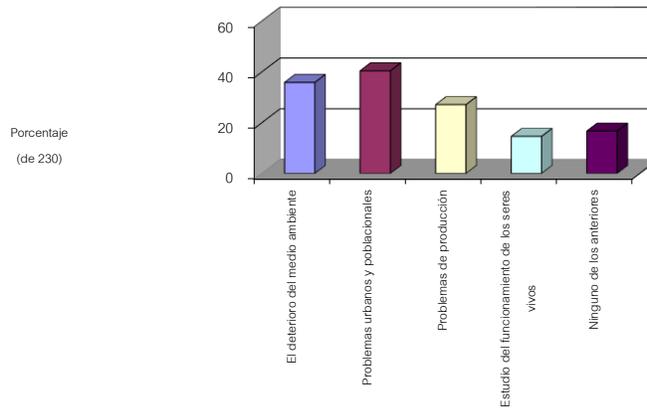
Se aplicaron 253 encuestas con los resultados siguientes: La primera pregunta seleccionó el número de estudiantes interesados en continuar sus estudios de posgrado dando un 92% de respuestas afirmativas. De este 92%, el 98% está interesado en estudiar un posgrado

interdisciplinario, tal como se muestra en la figura 4.2.E. La figura 4.3.F. muestra los resultados obtenidos sobre los indicadores de tipo social en los que este proyecto puede tener impacto. Así, se puede observar que de acuerdo a la encuesta realizada, el problema que llama más la atención es el concerniente con los problemas urbanos y poblacionales. La figura 4.3.F. muestra un análisis sobre el número de interesados en algunas de las áreas que pueden abrirse en un posgrado como el de este proyecto.

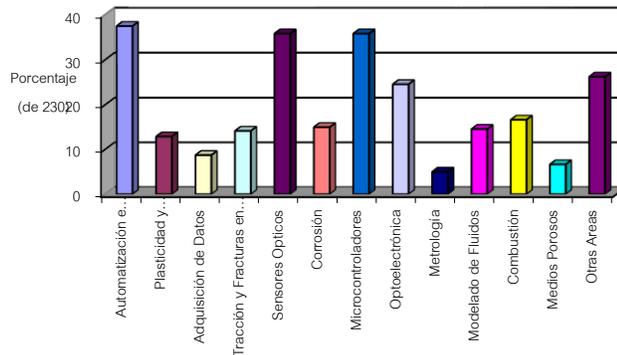
Grafica 4.3.E. Intereses de estudiantes por un posgrado



Grafica 4.3.F. Elecciones de Posgrado



Grafica 4.3.G. Distribución según preferencias



Como se puede apreciar de estos datos, hay un número considerable de potenciales alumnos que ingresarían a este posgrado. Dicho número puede estimarse a partir de las áreas analizadas en la encuesta más parecida a las que inicialmente tendrá este posgrado, como son Automatización, Instrumentación y Sensores ópticos, comparadas con otras áreas no consideradas en la encuesta. Así, teniendo en cuenta que alrededor del 30% de los encuestados desean estudiar una de las áreas del posgrado y que alrededor del 20% no están interesados en las áreas propuestas, estimamos que el 10% de los encuestados que desean continuar con sus estudios de posgrado (del orden de 20 alumnos) ingresarían al programa propuesto en este proyecto, cantidad que podría ir en aumento en la medida que el proyecto se vaya dando a conocer. Tomando en cuenta que no existen en el país programas idénticos al de esta propuesta, confiamos que ese número aumentará en la medida en que el programa se difunda en los medios universitarios. Para que un alumno obtenga una beca seguiremos la reglamentación establecida tanto por el CONACYT como por la Universidad Michoacana para tal efecto.

Las instituciones que cuentan con posgrado similar son el tecnológico de Monterrey campus Monterrey “*Doctorado en Ciencias de Ingeniería*”, la Ibero campus ciudad de México “*Doctorado en Ciencias de la Ingeniería*”, instituto tecnológico de Hermosillo “*Doctorado Interinstitucional en Ciencias en Ingeniería*”.

#### 4.4 Estudio del Mercado Laboral

##### Objetivo

Determinar las necesidades actuales y futuras de cuadros profesionales en las unidades de servicios en el país y el estado. Por otro lado se determinaran, las características de las unidades de servicios, los conocimientos y las habilidades de cuadros requeridos.

En esta sección se analiza el mercado laboral potencial de los egresados del programa doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, considerando que su formación les permite desempeñarse en los sectores sociales, productivos, gubernamental y académico y a su vez como profesionista independiente en el sector de servicios. Se analiza en este capítulo las características profesionales y las competencias de los egresados del programa de doctorado asociando con las necesidades y los perfiles requeridos por las unidades económicas para su inserción en los puestos de trabajo. Por lo que respecta a lo académico, se desempeña potencialmente en Instituciones de Educación Superior a nivel de licenciatura y posgrado en actividades de docencia, investigación, gestión y tutoría.

##### Perfil del Egresado del Doctorado en Ingeniería Física

El programa del Doctorado en ciencias en ingeniería Física contempla tres énfasis, los cuales atienden áreas específicas de especialización de las actividades de investigación de los diferentes sectores, productivos: Modelado, Ciencia e ingeniería de materiales,

Óptica, el perfil de egreso de éstos énfasis se describe a continuación así como también las características del mercado laboral al que satisface potencialmente.

- ***El doctor en Ciencias en Ingeniería Física con énfasis en modelado.***

Es un profesional con competencias en investigación y software capaz de aportar conocimientos originales que contribuyan a mejorar la calidad de gestión de empresas mexicanas; así como su capacidad de respuesta a las condiciones imperantes en el entorno económico, mediante la investigación, aplicación de análisis y métodos actualizados.

Las habilidades, conocimientos, actitudes y valores de un egresado del programa de Ciencias en ingeniería Física, son:

- Conocimiento de la empresa como unidad básica de análisis que garantice su viabilidad, abordando aspectos teóricos y prácticos.
- Manejo sólido de herramientas de análisis cuantitativo y cualitativo de los procesos, con conocimiento de los estándares internacionales que le permitan identificar, decidir y realizar investigación científica de los fenómenos que afectan a la empresa mexicana.
- Capacidad analítica, actitud de liderazgo y compromiso social que lo prepare para desempeñarse en la docencia; y la investigación en el campo de los negocios para la toma de decisiones.
- Toma de decisiones técnicas en cualquier área de la organización.
- Apoyar el desarrollo económico del Estado mediante la formación de alto nivel en investigación en el sector industrial con un enfoque emprendedor e innovador.
- Conocimiento de los principios del funcionamiento de las empresas para insertarse como líder a fin de generar y apoyar los procesos de cambio.
- Realizar un análisis integral del entorno para generar proyectos de creación de empresas y organizaciones.

- ***Doctor en ciencias Físicas con énfasis en Óptica.***

El perfil del egresado obtendrá conocimientos y las habilidades requeridas en un profesional en el área de óptica y lo que comprende, con capacidad para analizar, desarrollar el diagnóstico de la problemática en comunicaciones con fibra óptica, láseres, absorción y difracción en medios ópticos, etc. Desarrollar una propuesta de evaluación integral a una problemática que afecte una o varias áreas de la empresa de comunicaciones, y un proyecto de implementación con los posibles escenarios, para tomar la mejor decisión. Ser un profesionista calificado con la visión actual del ámbito científico que deberá tener además la capacidad de conciliar los intereses económicos, prácticos y del entorno, tan cambiante y tan complejo. La formación en el posgrado le permitirá:

- Asesorar empresas para lograr la solución de sus problemas en medios ópticos y lograr su desarrollo, ya que esto es parte del campo de estudio e investigación, y están presentes dentro de los problemas de la empresa de comunicaciones, eléctrica, de software o semiconductores.
  - Asesorar empresas para desarrollar la correcta u óptima administración de los recursos físicos en software, hardware, diseño e implementación en óptica.
  - Mejorar los procesos de producción eficientizando los recursos existentes.
- ***El Doctor en Ciencias en Ingeniería física con énfasis en Ciencia e ingeniería de materiales.***

El programa con énfasis en Ciencia e ingeniería de materiales, tiene el propósito de formar profesionales para desempeñarse eficazmente en los ámbitos profesional e intelectual de las empresas minera, metal siderúrgico o fabricantes de semiconductores, y para adaptarse, de manera exitosa, a las exigencias de una sociedad global. Por ello el Plan de Estudios estará diseñado para que el egresado cuente con las siguientes capacidades.

- Asesorar a la empresa siderúrgica en investigación, mejora o y desarrollo de nuevos productos.
- Mejorar la calidad y pureza de los semiconductores, contribuyendo a la mejora de la productividad.
- Incrementar la productividad aplicando modelos matemáticos.
- Minimizar la contaminación del medio ambiente con procesos productivos más eficientes.

El mercado laboral para los egresados de los programas de posgrados en Ciencias Físicas está determinado por el nivel de actividad económica global y por niveles sectorial y regional, así como por el número y características de las empresas y organizaciones representativas de los empleadores.

A continuación se analiza indicadores relacionados con el mercado laboral:

## **Indicadores Socio Económicos:**

### **a) Demográficos.**

La población en México ha cambiado su patrón de crecimiento, en 1990 tuvo un crecimiento del 1.3% y en 21 2008 la tasa fue del 0.8%; esto es en 28 años se ha desacelerado el crecimiento poblacional significativamente; sin embargo la estructura poblacional por grupos de edad también está cambiando; la población infantil que en 1990 representaba el 39%, en 2008 disminuyó al 29%; y la población mayor a 15 años aumentó del 57% al 65%. Esta tendencia también se puede observar para el estado de Michoacán, donde el grupo de edad mayor de 15 años aumentó del 54% al 62%, siendo este grupo el potencial para estudios superiores y de posgrado.

## b) Sector Productivo

Los sectores productivos que aportan el mayor porcentaje al PIB del Estado de Michoacán de Ocampo son el de Industria con un 24% y Comercio el 19%. De este análisis se deduce que en la proporción son demandados los egresados universitarios a los puestos inherentes en cada sector. Para comprender las características de las empresas y empleadores de Michoacán, se analiza por tamaño determinado por el número de empleados y a su vez se compara con otros países miembros de la OCD.

Tabla 4.4.A. Empresas de México por tamaño según número de empleados.

Tamaño	Distribución
Micro (1 a 9 empleados)	90.9%
Pequeña (10 a 49)	6%
Mediana (50 a 249)	2.2%
Grande (más de 250)	0.9%

Fuente: OECD Database Business by Size Class. SMEs in Mexico. Issues and Policies. 2007. (Datos al 2003)

Las empresas micro en México que representan el 90.9% son los principales empleadores del país, comparativamente con otros países se puede ver que los más desarrollados tienen menor porcentaje de micro empresas, aunque influyen factores culturales organizacionales, porque países como Francia e Italia que son desarrollados tienen una tradición de desarrollo económico basado en redes de microempresas. Las micro empresas por países se muestra en el cuadro 5.3 donde México ocupa el primer lugar con 90.9%. Las unidades económicas según INEGI en nivel nacional suman 4'290,108; en Michoacán de Ocampo son 247 mil 749 unidades económicas, en donde trabajan 905 mil 845 personas. Los estados con mayor número de empresas son el Estado de México, D.F, Veracruz y Jalisco

Tabla4.4.B. Micro empresas manufactureras por País.

País	Porcentaje de Empresas Micro
México	90.9
República Checa	90.2
Hungría	86.2
Francia	82.8
Italia	82.6
Portugal	79.8
España	78
Holanda	74.5
Austria	72.5
Dinamarca	71.7
Inglaterra	71.4
Alemania	60.2
Estados Unidos	48.2

Fuente: OECD Database Business by Size Class. SMEs in Mexico. Issues and Policies. 2007. (Datos al 2003)

Esta información es relevante para justificar la demanda de profesionistas con formación de posgrado en las diferentes opciones de Ingeniería, específicamente los énfasis que ofrece el programa de la FCFM que son óptica, modelado y materiales.

## c) Sector Público

El Sector gubernamental también es relevante para el estudio, por ser demandante de egresados con formación en Ingeniería y Ciencias. En 2008 la población total ocupada

estimada es de 43'320,700 de los cuales 5'676,100 están en el sector agropecuario, en micro negocios 17'793,500 y en PYMES 14'778,500. El Sector gobierno federal, estatal y municipal ocupa 2'140,100 empleados, representando el 5% del empleo nacional. El sector burocrático en el estado de Michoacán ocupa 31,773 empleados gubernamentales que comparados con los sectores productivos 905,845 representan el 3.5% del empleo estatal. Esto significa que el programa de posgrado de la FCFM puede contribuir significativamente en la formación de asesores, analistas y supervisores con alto perfil profesional para desempeñarse eficientemente en el desarrollo estatal.

#### **d) Sector Académico**

El Sector Académico es una opción laboral importante actualmente, las políticas educativas internacionales, nacionales e institucionales demandan Profesores e Investigadores con formación de posgrado. Otro indicador importante que subraya las oportunidades y perspectivas de empleo lo constituye el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP) que tiene como política la habilitación y formación de Profesores de Tiempo Completo en las Instituciones de Educación Superior requiriendo el grado de maestría y doctorado.

### **Evolución del Empleo en México**

La pobreza en las sociedades modernas está asociada a la falta de oportunidades de la población en edad de trabajar para encontrar una ocupación adecuadamente remunerada en una economía cuya producción es cada vez más tecnificada. Es así que el crecimiento económico no conduce necesariamente a la utilización plena de la mano de obra disponible, la que en el caso de los países menos desarrollados es usualmente abundante y poco calificada. Si a ello añadimos que la competencia global y la apertura comercial de los últimos veinte años han implicado la reconversión de buena parte de los sectores de la industria y los servicios hacia el uso de nuevas tecnologías, ahorradoras de mano de obra lo que, a su vez, ha ocasionado desplazamientos internos de mano de obra que no han sido cabalmente absorbidos por los sectores en crecimiento tendremos una tendencia general al desempleo y al subempleo en todas las economías incorporadas al mercado global. Esta tendencia es más acentuada en aquellas sociedades con un nivel de desarrollo menor, lo cual se ve agudizado por la carencia de mecanismos de compensación por desempleo a cargo del Estado. Se trata, pues, de un problema social creciente asociado a la modernidad. El desarrollo más reciente de la sociedad industrial ha significado excluir de las actividades productivas a un número de personas que va en aumento, sobre todo en aquellos países cuya falta de recursos no permite una jubilación digna a los empleados viejos y la capacitación de los jóvenes en actividades con técnicas modernas.

La Población Económicamente Activa (PEA) en México representa cerca de 60% de la población de 14 años y más, y si bien ha disminuido su tasa de crecimiento medio anual de 3.5 a 1.9% del periodo 1982-1993 al 1994-2010, ésta sigue siendo alta en comparación con

el ritmo de crecimiento del empleo remunerado. En 2004, la PEA ascendía a 42 millones. El número de empleos requeridos para cubrir las necesidades del incremento anual de la oferta laboral era de poco más de un millón cien mil (Censos Nacionales de Población y Vivienda, Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México). La economía mexicana no ha sido capaz de generar el número total de empleos formales requeridos en ninguno de los últimos quince años, es imprescindible competir por los existentes. En un periodo de largo plazo, 1955 a 2009, se pueden observar cambios importantes en la relación del crecimiento del producto y del empleo que nos hablan de la elasticidad-empleo del producto. Primero de 1955-1970 a 1971-1981 se incrementó la capacidad de la economía mexicana para crecer con tasas altas de aumento en el empleo remunerado. De ese periodo se pasó al de 1982-1993, cuando hubo una coincidencia de tasas bajas de crecimiento del producto y del empleo. En la siguiente fase que corresponde al periodo de operación del TLCAN, de 1994 a 2009, se recupera un poco la tasa de crecimiento del producto pero empeora la del empleo. México parece estar en la peor de las alternativas ya que aunque mejora un poco el crecimiento del producto, la tasa de aumento del empleo decrece. Es decir el leve aumento del PIB no trae consigo un aumento equivalente en el empleo, su capacidad de arrastre, por así llamarla, ha disminuido en esta etapa.

En conclusión, no se cumplieron las expectativas de una mejora del desempeño laboral despertadas por las reformas económicas de las últimas décadas. En este contexto, los retos laborales se pueden caracterizar desde dos perspectivas. En primer lugar, desde la perspectiva de la mano de obra calificada como insumo clave del proceso de producción, y a acelerar el crecimiento económico. En segundo término, desde el punto de vista de los puestos de trabajo productivos como producto del crecimiento económico:

- a) Mejorar la productividad laboral, como base para realzar la competitividad y el crecimiento económico, a su vez prerrequisitos para mejorar las condiciones laborales.
- b) Generar empleo productivo, esto es, que genera valor agregado y se rige por condiciones laborales “decentes”.

El sector productivo del país inmerso en la competencia y la globalización exige cada día mano de obra más calificada para competir por los empleos disponibles.

## **Evolución del Empleo en Michoacán**

En 1970 el 59% de la población económicamente activa en el estado de Michoacán, trabajaba en el sector primario, tres décadas más tarde esta proporción se redujo al 23,7%. En 1980 el 52.4% vivía en el área rural, en 2008 solo el 35% habitaba en zonas rurales. De continuar esta tendencia es probable que la proporción de la PEA en el sector primario se reduzca a un 10% agudizándose aún más los fenómenos de migración, el crecimiento de cinturones de miseria en las ciudades así como el crecimiento del sub empleo y el empleo informal. En el año 2010 generaba el 20% del PIB estatal y daba empleo al 25% de la PEA, principalmente en actividades manufactureras, de mantenerse esta tendencia se espera que este sector pudiera aportar entre el 10 y el 12% del valor agregado en la entidad. En materia de empleo el sector servicios se ha venido incrementado, en 1970, daba empleo al 19.2% de la PEA en tanto que en el año 2000 represento el 48.3%. Los sectores que han registrado un crecimiento más acelerado han sido el transporte y comunicaciones, los servicios

financieros, seguros e inmobiliarias. En tanto que el sector comercio, restaurantes y hoteles está tomando un repunte importante<sup>19</sup>.

## **Necesidades de Empleo**

De acuerdo a estudios realizados por la ANUIES, en relación con panorama prospectivo nacional del mercado laboral; resume que la estructura interregional del empleo remunerado del país para el año 2006 se distribuía de la siguiente manera: la región centro-sur concentra el 28.26% del empleo remunerado del país; la región sur-sureste el 20.29%, la región centro-occidente donde se localiza el estado de Michoacán el 17.44% la región-noreste el 13.74%, y la noreste el 11.30%, en tanto que la región metropolitana concentra el 8.97% del empleo remunerado existente en la economía Mexicana. En términos sectoriales la región noreste mostrara una especialización en el empleo manufacturero, en generación de electricidad y en comercio, restaurantes y hoteles. La región norte por su parte tendera a mostrar una ligera especialización en minería, en construcción, en trasportes y comunicaciones y en la prestación de servicios financieros. La región centro occidente, mostrara singular especialización en el empleo agropecuario, manufacturero, comercial, turístico y de servicios; en tanto que la región centro sur una mayor especialidad en manufacturas, en construcción, en generación de electricidad, en transporte y comunicaciones. La región sur-sureste continúa presentando elevados índices de especialización en empleo agropecuario y minero. Finalmente, en relación con el empleo de profesionistas, de acuerdo con la información censal, para el año 2008 se registraban 3.7 millones de profesionistas ocupados en la economía mexicana, número que se acrecentara a aproximadamente 5.3 millones de personas en el año 2013, el ritmo de crecimiento para la región para la región centro occidente será de 5.38% anual. La proyección para finales de 2012 estima que la especialización del sector agropecuario se concentrara en las regiones: noreste, centro-occidente, y sur-sureste; la minería solo en las regiones sur-sureste y metropolitana; la manufacturera en regiones como la noreste , centro-occidente, noreste y centro-sur; la industria de construcción será notoria prácticamente en todas las regiones, en tanto que el comercio, el turismo y los servicios será elevada en las regiones noreste y noreste centro occidente. Michoacán es una entidad con una gran variedad de recursos naturales, con una diversidad de climas, flora y fauna propicia para el desarrollo de una infraestructura encomia basada en la comercialización de bienes y servicios.

## **Conclusiones**

Como se describió en este capítulo el perfil de egreso del programa de Ciencias en ingeniería, es un profesional con conocimientos y competencias para desempeñarse en las diferentes áreas productivas de investigación o académicas los sectores, industrial, docente, gubernamental e independiente. El mercado laboral del Graduado en Ciencias en Ingeniería Física con énfasis en Modelado, Óptica o Materiales, incluye oportunidades en las áreas de

Investigación, Diseño, Producción, Sistemas, Docencia y Control de Calidad, etc., contribuyendo con las organizaciones a mejorar sus actividades y funciones de planeación, organización y establecimiento de controles administrativos para el logro de los objetivos y resultados empresariales. El mercado laboral fundamentalmente constituido por empresas grandes y medianas que requieren de un posgraduado con un enfoque integrador y visión innovadora adaptada a las características de la industria para impulsar estrategias de modernización, competitividad y productividad que sustenten el desarrollo de las empresas.

Como se puede observar en los análisis demográficos, la población está modificando su distribución por grupos de edad, se muestra un crecimiento en el porcentaje del grupo con edades entre 15 y 54 años, población que demanda servicios de educación superior y de posgrado. También es importante considerar que el PIB estatal está distribuido en proporción importante en los sectores industriales de manufactura y educativos, que son los sectores más demandantes de profesionistas y de graduados en Ciencias en Ingeniería Física. Considerando los indicadores sociales, económicos, académicos analizados en este capítulo, suponemos un panorama y perspectiva favorable para el ejercicio y desempeño profesional del Programa en Ciencias Físicas en Ingeniería.

Objetivos al estudiar el doctorado en ciencias físicas en ingeniería.

- ✓ Potenciar actividades de desarrollo y empresariales en la región.
- ✓ Presentar el índice de capacitación para como una infraestructura propicia para la inversión en la región.
- ✓ Fomentar profesionistas competentes, con disciplina, comprometidos con el desarrollo y la investigación y solución de los problemas de la entidad.
- ✓ Maximizar y optimizar los recursos productivos de la empresa y región y permitir de esta manera la inserción en la globalización.
- ✓ Propiciar a la empresa una constatación adaptación a las tecnologías y desarrollo y procesos más eficientes eficientizando la estructura de producción.

#### **4.5 Estudio de Oferta-Demanda del Programa Doctorado en Ingeniería Física**

El aspirante a ingresar a la Maestría en el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física Administración de la FCFM de la UMSNH, deberá ser un profesionista titulado en maestría en ciencias o ingeniería con actitud para la investigación en materiales, óptica, o software, con interés de desarrollar habilidades de investigación y solución de problemas en la industria minera, siderúrgica, comunicaciones, óptica, etc. Dispuestos al debate de conocimientos para generar propuestas de solución de desarrollo y crecimiento de las organizaciones públicas y privadas. La Investigación como parte de las Ciencias Físicas es un programa que integra diferentes áreas de conocimiento, lo que permite plantear escenarios que enfatizan en la Administración de los recursos, el campo profesional

relacionado con la industria y el sector gubernamental en sus tres niveles federal, estatal y municipal dando como propuesta el énfasis en la investigación y su aplicación. Así también la planta académica es multidisciplinaria y con actividad profesional amplia que incluye la docencia, la investigación y el desempeño en las empresas y organizaciones lo que implica una diversidad de conocimiento que se comparte con los alumnos provenientes de todas las disciplinas.

## Perfil de Ingreso

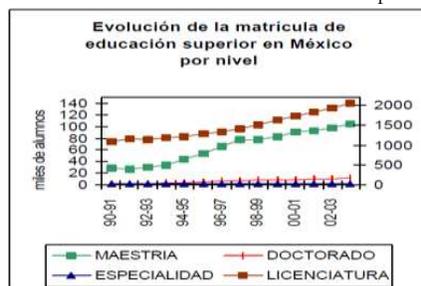
El aspirante a ingresar al programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física deberá contar con conocimientos y habilidades suficientes en algún programa de posgrado con el nivel de maestría en alguna de las áreas de la Ingeniería (Civil, Química, Eléctrica, Mecánica, Tecnología de la Madera, Electrónica) o en Ciencias Básicas (Ingeniería Física, Física, Física Aplicada, Matemáticas, Química).

- Haber obtenido el grado de Maestría en Ciencias en algunas de las áreas mencionadas con un promedio mínimo de 8.0 (en una escala de 0-10 o su equivalente).
- El aspirante deberá mostrar un nivel del inglés, oral y escrito, equivalente por lo menos, al nivel 4 de inglés del departamento de idiomas de la UMSNH.
- El aspirante deberá practicar valores éticos profesionales, así como un respeto a su entorno social y profesional.

## Demanda Potencial para el Programa en Ingeniería Física

La demanda potencial para el programa de Ciencias en Ingeniería física está constituida por los titulados egresados de las maestrías en de las áreas de la Ingeniería (Civil, Química, Eléctrica, Mecánica, Electrónica) o en Ciencias Básicas (Ingeniería Física, Física, Física Aplicada, Matemáticas, Química). La información reportada en el Anuario Estadístico con datos de la SEP, titulados en el periodo escolar 2010-2011 solo en la Universidad Michoacana de san Nicolás de Hidalgo es 204 alumnos en las áreas de ingeniería y ciencias exactas de las diferentes maestrías, a ello se suman los alumnos de escuelas privadas, y diferentes estados de la región.

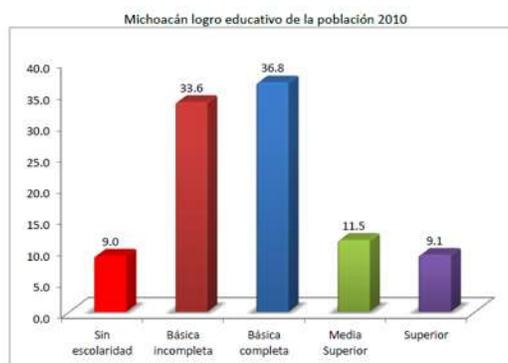
Grafica 3.5.A. Matricula en educación superior



FUENTE Poder Ejecutivo Federal. 2003.

En el nivel del doctorado aumentó la proporción de alumnos inscritos en ciencias exactas y naturales en el período 1990-2001, al representar 24% del total, respecto a la proporción de los matriculados en licenciatura en esta área (2.9% del total). En contraste, disminuye la proporción de los alumnos de ingeniería y tecnología, al pasar de 32% del total de la matrícula de licenciatura a 13.7% del total de inscritos en el doctorado. Algo similar ocurre en las ciencias sociales y administrativas, al pasar de 48% a 26%, respectivamente. En cambio, las ciencias de la salud conservan su importancia relativa al incorporar 9% de la población inscrita en ambos niveles de estudio. Datos del censo de 2010 indican que la población total ascendía a 4'351,037 habitantes, cifra tres veces más si se compara con la década de los años 60, El promedio anual de crecimiento de la población fue de 0.9% en el periodo 2000-2010, en términos absolutos 365,370 personas más por año; cifra que se compara con el crecimiento anual de 1.2% en el lapso de 1990-2000. En Michoacán se tienen las siguientes cifras En el ciclo escolar 2010-2011, la entidad contaba con un total de 1'258,296 estudiantes, distribuidos en los diferentes niveles del sistema educativo. En educación básica se atendían a 983,604 alumnos, en media superior o bachillerato a 134,963, en superior a 87,014, y en capacitación para el trabajo a 52,715 estudiantes. El 70.4% de sus habitantes en el año 2010 había concluido algún grado de educación básica, y de este porcentaje, el 36.8% concluyó tanto su primaria como su secundaria. Cabe destacar que el 9% de los habitantes de Michoacán están sin escolaridad.<sup>21</sup>

Grafica 4.5.A. Distribución de escolaridad en Michoacán



Fuente: Elaborado por la Dirección de Investigación del IEESA, con datos del INEGI, Censo de población y Vivienda 2010.

Ahora, el 20.6% de los ciudadanos que habitan el estado tiene estudios superiores a la básica, esto es, con bachillerato 11.5% y con universidad 9.1%. Este resultado es desalentador porque sólo un grupo de personas reducido puede aspirar a mejores condiciones de vida.

De los 87,014 en educación superior solo el 1.5% se encuentra matriculado una maestría y el 0.25% está matriculado en doctorado para el ciclo escolar 14/15. Por lo que hay un campo bastante amplio de demanda de oportunidad para el doctorado, demanda que se irá incrementando en los próximos años<sup>22</sup>.

#### 4.6 Estudios Socioeconómicos y Expectativas Educativas

Los egresados de maestrías la UMSNH, tienen en lo general un nivel educativo de excelencia, lo que les permite continuar o integrarse a posgrados PNPC, ello refleja la necesidad de ampliar la oferta y el horizonte de posgrados congruentes con el desarrollo la situación del país y la región en particular, no podemos en imprescindible acortar la dependencia tecnológica. El estado atiende un promedio de 87,014 estudiantes en nivel superior y posgrado, de los cuales la UMSNH concentra más del 63.2% de ellos, esto es congruente con la gran cantidad de programas acreditados, pero es conveniente diversificar los posgrados en investigación y especialización, para pasar de una región de sector primario y terciario a una con desarrollo sustentado en la industria. En maestrías de la UMSNH se encontraban matriculados para el ciclo escolar (2013/2014), 860 alumnos, y para el doctorado de la UMSNH se matricularon 223 alumnos para el ciclo escolar (2013/2014), esto es solo el 25.5% continuaron en el doctorado en la UMSNH. Esto hace imprescindible diversificar los doctorados en la Universidad. El estado de Michoacán en su plan de desarrollo 2003-2008, abordaba el problema de educación en su territorio como una cuestión que requiere atención priorizada, en el capítulo IV, titulado “Política educativa los desafíos para la construcción del futuro”, se expresa lo siguiente: expresa lo siguiente:

*“La educación en México enfrenta el problema central de la incompatibilidad entre sus principios originarios de derecho social y detonante del desarrollo y las líneas de política educativa en los últimos gobiernos. El resultado ha sido una educación deficiente que escasamente apoya el desarrollo de las capacidades y potencialidades de los jóvenes para su incorporación creativa y productiva a la vida social de un mundo de aceleradas transformaciones”.*

Es a partir de esta constatación que el gobierno ha intentado poner un especial énfasis en su política educativa. En otras palabras lograr los propósitos que actualmente propone el plan estatal de desarrollo conlleva a elevar la calidad de los diversos niveles del sistema educativo, así como impulsar la información capacitación y actualización científica, técnica y humana en los diferentes sectores sociales y en las diversas dimensiones del actuar humano.

Este plan hace una mención constante a la educación, formación, capacitación e información, para que el conjunto de la población michoacana pueda defender sus derechos, construir su autonomía personal y colectiva, anticipar y superar los desafíos que presenta la atención a la organización, descubrir alternativas y alcanzar metas de sustentabilidad económica y fortalecer sus identidades sociales y culturales, como consecuencia cambiar la educación que tenemos con grave déficit de cobertura, calidad y equidad en los servicios, los rezagos actuales son significativos. Michoacán como se señala ocupa varios indicadores en los últimos lugares entre los estados del país respecto a la atención a la demanda, las capacidades de aprovechamiento, la retención de algunos inscritos y la eficiencia terminal en los diversos niveles educativos.

En esta fundamentación se complementa muy bien con el examen general de la situación del mercado laboral para el doctorado en Ciencias Físicas en Ingeniería

## Actividad Económica

### Industria

En la capital de Michoacán se encuentra la ciudad industrial de Morelia, en la que hay empresas medianas y pequeñas dedicadas a diferentes ramas de la industria: fundición, turbinas, alambres, plásticos, mobiliario, harinas, aceites, refrescos etc. De acuerdo al documento estadísticas económicas inegi 2009 la economía por sector del municipio se distribuye de la siguiente forma:

Tabla 4.6.A. Principales sectores de actividad

Sector de actividad económica	Porcentaje de aportación al PIB estatal (año 2009)
<b>Actividades primarias</b>	<b>11.27</b>
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza	11.27
<b>Actividades secundarias</b>	<b>19.97</b>
Minería	0.52
Construcción y Electricidad, agua y gas	6.95
Industrias Manufactureras	12.50
<b>Actividades terciarias</b>	<b>68.76</b>
Comercio, restaurantes y hoteles (Comercio, Servicios de alojamiento temporal y de Preparación de alimentos y bebidas).	20.44
Transportes e Información en medios masivos (Transportes, correos y almacenamiento)	10.08
Servicios financieros e inmobiliarios (Servicios financieros y de seguros, Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles)	14.62
Servicios educativos y médicos (Servicios educativos, Servicios de salud y de asistencia social)	10.72
Actividades del Gobierno	5.09
Resto de los servicios* (Servicios profesionales, científicos y técnicos, Dirección de corporativos y empresas, Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, y Otros servicios excepto actividades del Gobierno )	7.81
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente inegi 2009

### Turismo

Fundada en 1541, Morelia es una de las ciudades coloniales más antiguas e importantes de México. Poseedora de un gran acervo patrimonial, se ha venido

consolidando, especialmente en las últimas décadas, como un polo de atracción para el turismo cultural.

Los bienes culturales de las ciudades históricas de manera natural se han convertido en atractivos para los potenciales visitantes, El 19 de diciembre de 1990 se publicó en el *Diario Oficial de la Federación* la declaratoria que otorgó el reconocimiento al centro histórico de Morelia como Zona de Monumentos Históricos, mediante la cual se estableció la protección federal sobre dicha zona y se identificaron cerca de mil 113 inmuebles de valor histórico-arquitectónico relevante. El mismo documento señaló la necesidad de formular la planeación tendente a lograr la conservación y salvaguardia del patrimonio identificado dentro del perímetro declarado.

Un año después, el 13 de diciembre de 1991, en la XII Reunión del Comité del Patrimonio Mundial de la UNESCO, reunido en la ciudad de Cartago, Túnez, se aprobó la inscripción del Centro Histórico de Morelia en la Lista del Patrimonio Mundial, bajo los criterios de selección II, IV y VI de la Convención del Patrimonio Mundial. La zona de monumentos históricos comprende arquitectura civil y religiosa que destaca por su monumentalidad y relevancia, construida entre los siglos XVII y XIX. En la traza de la ciudad, que conserva en gran parte lo que fue la antigua Valladolid en el siglo XVI, resalta la preocupación que se tuvo por enriquecer el paisaje urbano con bellos remates visuales al final de calles y espacios abiertos.

Tabla 4.6.B. Patrimonio cultural

Patrimonio edificado	Zona de monumentos	Zona de transición	Total Centro Histórico
Monumental	31	3	34
Relevante	69	1	70
Tradicional	793	6	799
Popular	490	30	520
Siglo XX	16	3	19
Total de inmuebles	1,429	43	1,472

Elementos patrimoniales

Espacios abiertos	25	11	36
Pilas	4	0	4
Fuentes	20	0	20

## Comercio

En esta rama se incluyen aquellos comercios al por menor que venden bienes propios, que fungen como agencias, depósitos, tiendas, supermercados y los comerciantes minoristas que venden o promueven la compra – venta a cambio de una comisión o pago. En el Censo económico 2009 la capital michoacana registró un total de 16 mil 242 unidades económicas dedicadas a actividades comerciales, significando el 19% del total estatal, estas unidades económicas concentran un total de activos fijos de 5 mil 286 millones de pesos y representan un 30.6% del valor censal bruto.

El personal ocupado se calcula en 56 mil 841 personas, 23% a nivel estatal y con una remuneración media anual de 66 mil pesos. En el comercio de la ciudad de Morelia, figuran 8 mercados, que disponen aproximadamente de 2,000 locales atendidos por comerciantes organizados en 25 uniones, en éstos se comercian productos alimenticios en su mayoría, como frutas, verduras, legumbres y especias, sin mencionar el tradicional Mercado del Dulce donde se pueden adquirir distintos tipos de artesanías, y dulces regionales.

## Servicios

La actividad turística en Michoacán y México representa una importante fuente de ingresos ya que es la tercera fuente de divisas a nivel nacional, sólo detrás del ingreso petrolero y la captación de remesas, por ello también juega un papel trascendental para el desarrollo del municipio particularmente. Los indicadores turísticos sobre el comportamiento de la actividad en Michoacán, demuestran que el turismo ha logrado posicionarse como un pilar de desarrollo económico y acorde con las vocaciones productivas y económicas del Estado y para este caso también del municipio.

De acuerdo con el PLADIEM 2012-2015 la composición del mercado que visitó Michoacán en el año 2010, correspondió con 88% al turismo nacional y el restante 12% al internacional. Porcentajes que resultan iguales a los obtenidos a nivel nacional. Para nuestro municipio se estima que la ocupación hotelera promedio durante el año 2010 fue del 66%, con un crecimiento del 9.7% respecto a 2009. Los visitantes en su mayoría (73%) tienen entre 21 y 40 años de edad. (PERFITUR2011). La rama de servicios destaca por su dinamismo e importancia, contempla entre algunas otras actividades ligadas al turismo como la prestación de servicios de hospedaje, de alimentación en bares y restaurantes, recorridos turísticos, muestras gastronómicas regionales y actividades culturales, además de aquellas actividades orientadas a la satisfacción de necesidades de esparcimiento y recreación. Siendo Morelia, un destacado atractivo turístico a nivel internacional por sus más de mil 400 edificios, construcciones monumentales y espacios culturales, se justifican los reconocimientos que ha otorgado la UNESCO al nombrarla Patrimonio Cultural de la Humanidad en 1991. Esta rama de acuerdo al Censo económico 2009 registra un total de 14 mil 748 unidades económicas, 24% del total estatal en el sector, generando un 31.2% del valor agregado censal bruto. En estas unidades económicas se ocupa un total de 62,658 personas, quienes perciben una remuneración anual media de 86 mil pesos aproximadamente.

De acuerdo con el reporte Perfitur 2011 realizado por el Tecnológico de Monterrey y el Gobierno del Estado en los municipios de Morelia, Uruapan, Pátzcuaro, Zamora, la Región Costa (La Costa) y la zona oriente que alberga la mariposa monarca (País de la Monarca), se muestra que la mayor afluencia de turistas nacionales al Estado de Michoacán representa el 88.5% del total y que estos provienen de entidades circunvecinas como el Estado de Jalisco, Estado de México y el Distrito Federal, Sobre los visitantes extranjeros el citado reporte indica que el 8% proviene de Estados Unidos y el 3.5% de otros países. A partir de esta estimación, que considera a distintos municipios de la entidad, en el caso de Morelia la cifra de visitantes extranjeros se considera igual o por encima del resto de los municipios michoacanos.

## Empleo

La población vista como base de la actividad económica representa la unidad de la fuerza productiva fundamental y de consumo de la sociedad, ya que al tiempo que una considerable parte de la población es la fuerza productiva fundamental de la sociedad, toda la población, incluida la parte mencionada, representa la fuerza de consumo de la sociedad. La siguiente tabla comparativa indica que de 2000 a 2010 la PEA municipal ha incrementado en un 32.9% mientras que la Población Económicamente no Activa creció en un 11.1% en una década<sup>23</sup>.

Tabla 4.6.C. Comparativo de la Población Económicamente Activa 2000 -2010

AÑO	2000				2010			
	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA			POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE INACTIVA	POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA			POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE INACTIVA
	TOTAL	OCUPADA	DESOCUPADA		TOTAL	OCUPADA	DESOCUPADA	
Nacional	34154854	33730210	424644	34808000	50905924	48437762	2468162	34433041
Michoacán	1241449	1226606	14843	1534332	1658417	158828	74565	1583723
Morelia	233505	230201	3304	223090	310305	295162	15143	248003

Fuente: Elaboración propia con datos de ITER INEGI 2000 e ITER INEGI 2010.

## Conclusiones

Como se ha mencionado en este capítulo; el hecho de que los alumnos que ingresan al posgrado provengan de diferentes maestrías permite que el proceso de formación sea más dinámico e interdisciplinario enriquecido por la práctica de los profesores visitantes que se desempeñan en la industria así como también por la práctica de los mismos alumnos. Otra característica del alumno que demanda el programa en Ciencias físicas en Ingeniería que en un porcentaje importante provienen de las áreas de Ingenierías, lo cual complementa y diversifica el conocimiento y les proporciona técnicas y habilidades directivas para la industria y las organizaciones.

## Infraestructura Básica con la que Cuenta la Institución

La dependencia responsable de este programa de posgrado, es decir, la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas “Mat. Luis Manuel Rivera Gutiérrez”, cuenta con los siguientes recursos para la operación del programa avalados por el H. Consejo Técnico de la Facultad:

### *Infraestructura: Básica*

- Un auditorio con capacidad de 100 personas para usos múltiples que puede destinarse a la realización de seminarios, conferencias y reuniones académicas.
- 40 cubículo de 3x3 metros para cada profesor de la Facultad, 10cubiculos equipados con escritorio computadora e internet para estudiantes.

- 3 Laboratorio de cómputo con al menos 20 computadoras Apple IMac cada uno conectadas a Internet con capacidad de cómputo numérico. Además se cuenta con al menos dos estaciones de trabajo para realizar cálculos científicos. También se cuenta con software como Fortran 90, Matlab, FemLab-Comsol, para hacer simulaciones numéricas con elementos finitos, así como software para hacer cálculos con elementos de frontera y para métodos sin malla.
- Un edificio totalmente nuevo y equipado con 18 aulas, 40 cubículos para profesores (equipados con escritorio, pc, impresora e internet), una biblioteca, 2 servidores, área admirativa, área de control escolar, lockers para alumnos, etc.
- 18 proyectores
- 12 pantallas lcd 50”
- Aulas para posgrado y centro de cómputo en edificio “C”
- Laboratorios físicos de investigación edificio “L”, algunos de los cuales son:

#### ***Laboratorio interinstitucional de superconductividad y magnetismo (LISM)***

1. Sistema completo para medición de propiedades eléctricas a bajas temperaturas. Incluye: Compresor, criostato, fuente de corriente y equipos auxiliares de medición.
2. Equipo para síntesis de nuevos materiales. Incluye: Mufla de 1200 C, mortero de agata, tanques de Argón y de Hidrógeno con sus reguladores y equipos auxiliares para la preparación de muestras.
3. Equipo en proceso de adquisición:  
Mufla tubular de 1200 C, mufla de 1700 C, molino de alta energía y balanza analítica de alta precisión.

#### ***Laboratorio de sensores ópticos***

- 1 láser He-Ne estabilizado de 632 nm
- 3 diodos láseres de 632 nm
- 1 láser de He-Ne de 5 líneas de 1 mW
- 1 Lock In marca Stanford
- 1 Multímetro Agilent de 5 1/2 dígitos
- Osciloscopio, fuente de poder, multímetro de mano.
- Óptica general
- Área de Biopelículas
- Campana de flujo laminar
- Incubadora
- Autoclave

- Centrifuga

### *Laboratorio de físico química y fluidos complejos*

- Estudio de interfaces sólido/líquido
- Estudio de interfaces líquido/líquido
- Nanotecnología

#### Infraestructura

- Potenciostato y accesorios para estudios electroquímicos de interfaces sólido/líquido.
- Bioreactor -fermentador para estudios de biofísica y fenómenos cinéticos en interfaces heterogéneas sólido/líquido bajo condiciones de atmosfera, temperatura, ambiente químico y agitación controladas.
- Tensiómetro superficial para estudios de fenómenos interfaciales en interfaces gas/líquido y líquido/líquido.
- Microscopía estereoscópica de 2X a 230X con sistema automatizado de video microscopía.
- Potenciómetros para medidas de pH, ion selectivo, conductividad, oxígeno disuelto, etc.
- Balanza micro analítica para medias de peso de alta precisión.
- Homogeneizador de 10,000 rpm para estudios y síntesis de microemulsificación y mulsificación de fases líquidas inmiscibles.
- Campana de extracción para vapores.
- Viscosímetro.
- Computadoras para automatización y análisis de datos.
- Anemómetro.
- Controlador de flujo electrónico para control de atmosfera.
- Bombas de vacío.
- Bombas peristálticas.
- Controladores de temperatura programables.
- Sistema de Micro pipetas.
- Sistema de micro filtrado.
- Sistema de Embudos de separación de fases.
- Morteros ágata.
- Tanque de Nitrógeno y Oxígeno para control de atmosfera.
- Variedad de reactivos químicos para el estudio de interfaces y síntesis química de nano materiales.
- Amplia variedad de Vidriería en general de laboratorio (Matraces volumétricos, Erlen Meyer, vasos de precipitado, cajas Petri, Probetas, Mecheros, tubos de ensayo, pipetas, etc., etc.).

### *Laboratorio de síntesis y caracterización de nano materiales*

- Sistema de mediciones electroquímicas marca Gamry.
- Espectrofotómetro USB4000 Miniature Fiber Optic Spectrometer (mediciones en el espectro ultravioleta y visible) Ocean Optics.
- Espectrofotómetro NIRQuest512 (cercano infrarrojo) Ocean Optics.
- Horno de altas temperaturas:
- Spin Coater marca Laurell (obtención de recubrimientos y películas).
- Balanza analítica.
- Baño de ultrasonido.

#### *Laboratorio de Vibración y Acústica*

- One NI 9211 4-Ch  $\pm 80$  mV, 14 S/s, 24-Bit Thermocouple Differential Analog Input Module.
- Four J-Type Thermocouples Wires, Fiberglass (32 deg F to 900 deg F) 2 m.
- Four Triaxial Ceramic Shear Accelerometers, 5 mV/g.
- Two General Purpose Modal Impact Hammers, 10 mV/lb.
- One NI 9237 4-Channel 50Ks/s per channel, 24 bit Bridge Analog Input Module.
- One NI 9263 4-Channel, 16-Bit,  $\pm 10$  V, 100 kS/s per Channel, Analog Output Module.
- Two NI 9234, 24-Bit Sigma-Delta ADCs, 51.2 kS/s Max Samp Rate, 4 Input Simultaneous, Software Selectable IEPE and AC/DC Coupling, Anti-Aliasing Filters, 102 dB Dynamic Range.
- One cDAQ-9178, Compact DAQ chassis (8 slot USB) and Rugged Carrying Case for Portable Instrumentation with NI 9901 Desktop Mounting Kit.
- One NI USB-4432 - 24-Bit Sigma-Delta ADCs, 102.4 kS/s Max Samp Rate, Input Simultaneous, Anti-Aliasing Filters, AC/DC Coupling, IEPE.
- Six Coaxial cables: 10-32 plug to BNC plug for shear Accelerometers.

#### *Laboratorio de Instrumentación y Pruebas no Destructivas*

- ✓ Un láser spectra physics a 532 nm de 15 wats con su sistema de enfriamiento.
- ✓ Un láser pulsado Quanta Ray Indi H& a 532 nm de 15 wats y su sistema de enfriamiento.
- ✓ Una cámara CCD para procesamiento de imágenes, cables y tarjeta.
- ✓ Tarjetas de adquisición de datos.
- ✓ Un medidor de potencia Thorlabs modelo wm100 omega meter
- ✓ Un láser continuo en rojo a 632 nm de 20 mw con fuente
- ✓ Una mesa holográfica Melles Griot (mesa grande)
- ✓ Una mesa holográfica Melles Griot (chica para colocarse sobre una mesa)
- ✓ Divisores de haz,
- ✓ Un Lock-in amplifier SR810 Stanford Reserach System (para espectroscopías ópticas)
- ✓ Un monocromador de 1/8 Corner Stone (para espectroscopías ópticas)
- ✓ Un porta lámpara (Hausing) y fuente de poder (para espectroscopías ópticas)
- ✓ Un spectrophotometer Minolta CM 3600d (colorímetro)

- ✓ Labview original versión 7.1
- ✓ Sistema de adquisición de datos.
- ✓ Lentes, divisores de haz, filtros espaciales, polarizadores y computadoras.

Se han equipado siguiendo la Planeación de la DES de Ciencias Exactas, Metalurgia y Materiales del Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI) 3.0. Dos Laboratorios de enseñanza: uno de Electromagnetismo y otro de Física General los cuales cuentan con equipo necesario para el área de Instrumentación, con 15 computadoras para adquisición de datos, 6 laboratorios digitales, 12 osciloscopios de 2 y 4 canales, 6 fuentes de poder, 6 generadores de onda, 3 kits demostrativos para el área de electromagnetismo, rieles de aire, sensores ópticos, y componentes adicionales.

Una biblioteca que cuenta con más de 7,000 volúmenes especializados y revistas científicas para satisfacer las necesidades bibliográficas al inicio del programa. Las revistas periódicas científicas a las que cuenta con suscripción son:

Journal of Dynamics and Differential Equations  
Journal of Engineering Mathematics  
Advances in Computational Mathematics  
Annals of Mathematics and Artificial Intelligence  
Journal of Applied and Industrial Mathematics  
Applied Mathematics and Mechanics  
Computational Mathematics and Mathematical Physics  
Applied Mathematics and Optimization  
Mathematics of Control, Signals, and Systems (MCSS)  
Applications of Mathematics  
Journal of Numerical Mathematics  
Computational Mathematics and Modeling  
NoDEA : Nonlinear Differential Equations and Applications  
Differential Equations  
Calculus of Variations and Partial Differential Equations  
Applied Physics B: Lasers and Optics  
Meteorology and Atmospheric Physics  
Acoustical Physics  
Physics of Wave Phenomena  
Computational Mathematics and Mathematical Physics  
Izvestiya Atmospheric and Oceanic Physics  
Central European Journal of Physics  
Plasma Physics Reports  
Journal of Applied Mechanics and Technical Physics  
Applied Physics A: Materials Science & Processing  
Magnetic Resonance Materials in Physics, Biology and Medicine

Journal of Experimental and Theoretical Physics  
Technical Physics  
Journal of Engineering Physics and Thermophysics  
Journal of Biological Physics

Además, se cuenta con las bibliotecas de las instituciones participantes, la biblioteca central de la UM y la FCFM mantiene convenios de servicios bibliotecarios recíprocos (préstamo mutuo del acervo), con otras instituciones. La UMSNH pertenece al Consorcio de Universidades para el Acceso a la Información Científica y Tecnológica, con lo cual se tiene garantizado el acceso un número importante de revistas especializadas de Física, Matemáticas e Ingeniería<sup>24</sup>.

# CAPÍTULO V

## PROPUESTA CURRICULAR (PLANES Y PROGRAMAS)

### 5.1 Estructura del Plan

El plan se estructura en forma modular, contando con un módulo básico, optativos y cursos especiales, y de culminación deberá además realizar un trabajo de investigación cuyos resultados deberán ser originales y que sean publicados en revistas de circulación internacional indexadas de alto impacto y presentados mediante una tesis.

### Diseño Académico del Programa

#### Plan de Estudios

#### I.- Cursos Propedéuticos

PROPEDEUTICO	CLAVE	SERIACIÓN	HORAS		CRÉDITOS	INSTALACIONES
			TEORÍA	PRACTICA		
Matemáticas		-	4	1	0	A y/o L
Electromagnetismo		-	4	1	0	A y/o L
Mecánica Clásica		.	5	0	0	A

#### II.- Cursos Básicos

ASIGNATURAS BASICAS	CLAVE	SERIACIÓN	HORAS		CRÉDITOS	INSTALACIONES
			TEORÍA	PRACTICA		
Matemáticas Avanzadas	B	-	4	1	10	A y/o L
Electromagnetismo	B	-	4	1	10	A y/o L
Estructura de la Materia	B	-	5	0	10	A
Mecánica Clásica y del Medio Continuo	B	.	5	0	10	A
Termoestadística	B	.	5	0	10	A

#### III.- Cursos Optativos

ASIGNATURAS OPTATIVAS	CLAVE	SERIACIÓN	HORAS		CRÉDITOS	INSTALACIONES
			TEORÍA	PRACTICA		
Mecánica de Fluidos	O	-	2	2	8	A y/o L
Ecuaciones diferenciales aplicadas	O	-	4	0	8	A
Métodos numéricos	O	-	2	2	8	A y L
Fenómenos de transporte	O	-	3	2	8	A y/o L
Óptica	O	-	4	0	8	A
Laboratorio de Óptica	O	-	0	4	8	L
Estadística Aplicada	O	-	3	1	8	A y/o L

Elementos finitos	O	-	3	1	8	A y/o L
Elementos de frontera		-	2	2	8	A y/o L
Física del Estado Sólido	O	-	3	1	8	A y/o L
Propiedades Físicas de Materiales	O	-	1	3	8	A y/o L
Fenómenos Interfaciales	O	-	3	1	8	A y/o L
Electroquímica	O	.	3	1	8	A y/o L
Instrumentación	O	.	0	4	8	A y/o L
Detectores de radiación ionizante	O	-	2	2	8	A y L
Interacción de Radiación-Materia	O	-	1	3	8	A y/o L
Fenómenos críticos	O	-	4	0	8	A
Dinámica no-Lineal y Caos	O	-	4	0	8	A
Simulación de Interacción de Muchos Cuerpos	O	-	4	0	8	A
Introducción al Magnetismo y Materiales magnéticos	O	-	4	0	8	A
Cristales fotónicos y metamateriales	O	-	4	0	8	A
Técnicas de Síntesis de Nanoestructuras		-	2	2	8	A y/o L

#### IV.- Cursos Especiales

ASIGNATURAS ESPECIALES	CLAVE	SERIACIÓN	HORAS		CRÉDITOS	INSTALACIONES
			TEORÍA	PRACTICA		
Curso Especial I	O	-	4/0	0/4	8	A/L
Curso Especial II	O	-	4/0	0/4	8	A/L
Curso Especial III	O	-	4/0	0/4	8	A/L
Curso Especial IV	O	-	4/0	0/4	8	A/L

## 5.2 Mecanismos de Ingreso al Programa del Doctorado en Ingeniería Física

El aspirante podrá solicitar ingreso al programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física siempre y cuando ostente el grado de Maestría en alguna rama de Ingeniería (Civil, Química, Eléctrica, Mecánica, Electrónica) o en Ciencias Básicas (Ingeniería Física, Física, Física Aplicada, Matemáticas, Química). Haber obtenido un promedio mínimo de 8.0 en sus estudios de Maestría en una escala de 0-10 o su equivalente en otros sistemas de evaluación. La admisión al programa de Doctorado estará abierta todo el año. El inicio del programa será en dos periodos semestrales: marzo y septiembre. Para poder ser admitido al programa de doctorado el aspirante deberá:

1. Presentar título de maestría en Ingeniería Física, Física, Matemáticas o Ingeniería (Química, Civil, Mecánica o Eléctrica).

2. Los estudiantes egresados del programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, de la UMSNH con promedio de 9.0 podrán ser admitidos directamente al programa.

3. Para los demás aspirantes y egresados de otros programas de posgrado nacionales o del extranjero deberán presentar el examen de diagnóstico elaborado por el comité de admisión sobre los asignaturas de

- a).-Matemáticas Avanzadas.
- b).-Electromagnetismo.
- c).- Estructura de la Materia.
- d).-Mecánica Clásica y del Medio Continuo.
- e).-Termostadística.

El examen de diagnóstico consistirá de una parte escrita y una parte oral. Para poder ser admitido al programa deberá aprobar al menos tres asignaturas en el examen de diagnóstico.

4. Deberán presentar su currículum vitae y además dos cartas de recomendación de profesores o investigadores de reconocido prestigio.

5.- Dirigir al director de la FCFM de la UMSNH, en caso de ser admitido al programa, una solicitud de admisión al programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física acompañada de una copia del título profesional, título de grado y de su Currículum Vitae. Entregar una carta compromiso de dedicación exclusiva de tiempo completo al programa.

6. Entregar, en caso de ser admitido al programa, la documentación correspondiente de acuerdo a la reglamentación vigente en la UMSNH: Reglamento General de Inscripciones y Reglamento General para los Estudios de Posgrado.

6.1.- Solicitar por escrito al Consejo Interno de Posgrado de la Facultad la asignación de Tutor o Director de Tesis. Para ello el estudiante debe elegir de entre el conjunto de tutores del programa al que fungirá como su director de tesis de doctorado.

6.2.- Elaborar en conjunto con un tutor del programa y presentar al Coordinador del Programa Doctorado un plan de trabajo académico, por el periodo de duración del plan de estudios.

### **5.3 Diseño Académico del Programa**

El plan de estudios del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, está conformado por 4 áreas distribuidas de la siguiente manera:

- Área examen de admisión, cursos propedéuticos integrada por tres materia sin créditos académicos y que son necesarias cursar y aprobar como requisito para ingresar al programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería.

- Área de asignatura llamada “Cursos Básicos” integrada por 5 asignaturas con crédito académico.
- Área de asignatura llamada “Cursos Especiales” integrada por 22 asignaturas optativas con crédito académico.
- Área de asignatura llamada “Cursos Especiales” integrada por 4 asignaturas, con crédito académico.

### **Duración del Plan de Estudios:**

La duración del Programa del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física será de ocho semestres como máximo, en los que deberán realizar la tesis de doctorado y la defensa de la misma. Los alumnos inscritos en el programa deberán dedicarse de tiempo completo a sus estudios. En caso de interrupción de los estudios, el alumno deberá solicitar por escrito su reincorporación al Programa al Consejo Interno de Posgrado de la Facultad, siempre y cuando se cumpla con las disposiciones en los artículos 45, 46, 47 y 48 del Reglamento General de Estudios de Posgrado de la UMSNH.

### **Secuencia**

El plan de estudios está conformado por 30 asignaturas dividido en 4 bloques con numero de materias variable, Las asignaturas que el estudiante deberá cursar y aprobar solo durante el primer año del programa quedarán determinadas de común acuerdo entre el tutor o director de tesis y el comité tutorial, pudiendo eximir de esta responsabilidad al estudiante. Dependiendo del resultado del examen de diagnóstico, el estudiante deberá cursar y aprobar de manera obligada hasta tres asignaturas de entre la lista:

- 1.-Matemáticas Avanzadas.
- 2.-Electromagnetismo.
- 3.-Estructura de la Materia.
- 4.-Mecánica Clásica y del Medio Continuo.
- 5.-Termostadística.

Complementando con optativas o actividades de investigación, La duración del Programa del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física será de ocho semestres como máximo, en los que deberán realizar la tesis de doctorado y la defensa de la misma.

### **Alumnos**

Los alumnos del programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física son personas con conocimientos y habilidades suficientes en algún programa de posgrado con

el nivel de maestría en alguna de las áreas de la Ingeniería (Civil, Química, Eléctrica, Mecánica, Electrónica) o en Ciencias Básicas (Ingeniería Física, Física, Física Aplicada, Matemáticas, Química).

### Personal Académico que Participará en el Programa

El personal académico que participa en el programa está constituido por Profesores-Investigadores adscritos a las siguientes dependencias e Instituciones: Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, Facultad de Ingeniería Civil, IFM-UMSNH, Universidad Nacional Autónoma de México. Dentro estos distinguimos los que son Profesores Invitados del programa y los que pertenecen al Núcleo Académico Básico. En la siguiente tabla se muestran los nombres e información académica del personal académico:

TABLA 5.3.A

NOMBRE	GRADO E INSTI-TUCIÓN	NOM-BRA-MIENTO	SN I	TIPO DE PARTI-CIPACION	CURSOS A IMPARTIR	HORAS DEDICADAS	CUERPO ACADEMICO	LGAC
Jorge Isidro Aranda	Doctor (CINVEST AV)	Prof. Inv. TC Tit. C	I	Tutor y/o Prof.	Matemáticas avanzadas Electromagnetismo. Simulación de Interacción de Muchos cuerpos, Termostadística, Estructura de la materia, Mecánica clásica y del Medio Continuo, Interacción de radiación-materia, Detectores de radiación ionizantes, Curso especial.	10	FISICA TEORICA Y APLICADA	Procesos de dispersión de partículas elementales /Modelado de procesos físicos
Mario César Suárez Arriaga	Doctor (UNAM)	Prof. Inv. TC Tit. C	No	Tutor y/o Prof.	Elementos Finitos, Elementos de frontera, Mecánica de Fluidos, Fenómenos de transporte, Curso especial.	10	MATEMATICAS APLICADAS	ANALISIS NUMERICO Y OPTIMIZACION
Rafael González Campos	Doctor (UAM)	Prof. Inv. TC Tit. C	II	Tutor y/o Prof.	Matemáticas Avanzadas, Ecuaciones diferenciales aplicadas, Fenómenos de Transporte, Electromagnetismo, Mecánica de Fluidos, Estadística Aplicada, Dinámica no-lineal y caos, Estructura de la materia, Curso especial.	10	ANALISIS MATEMATICO	ANALISIS DE MODELOS DISCRETOS
Javier Cruz Mandujano	Doctor (CIO)	Prof. Inv. TC Tit. C	No	Tutor y/o Prof.	Laboratorio de Óptica, Óptica, Electromagnetismo, Matemáticas Avanzadas, Física del estado sólido, Instrumentación, Curso especial.	10	PROCESAMIENTO DE MINERALES Y EFLUENTES INDUSTRIALES	TÉCNICAS ÓPTICAS PARA LA DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN SÓLIDOS Y ESPECTROSCOPIAS ÓPTICAS
Francisco Domínguez Mota	Doctor (UNAM)	Prof. Inv. TC Tit. B	I	Tutor y/o Prof	Matemáticas Avanzadas, Estadística Aplicada, Elementos finitos, Elementos de Frontera, Dinámica no-Lineal y Caos, Ecuaciones diferenciales aplicadas, Curso especial.	10	MATEMATICAS APLICADAS	ANALISIS NUMERICO Y OPTIMIZACION
Gonzalo Viramontes Gamboa	Doctor (UASLP)	Prof. Inv. TC Tit. B	I	Tutor y/o Prof	Fenómenos de Transporte, Electromagnetismo, Mecánica de Fluidos, Fenómenos Interfaciales, Electroquímica, Estructura de la materia, Termostadística, Mecánica clásica y del medio Continuo, fenómenos críticos, curso especial.	10	Pendiente	FENOMENOS INTERFACIALES
Guadalupe Garnica Romo	Doctor (UAQ)	Prof. Inv. TC Tit. C	I	Tutor y/o Prof	Propiedades físicas de materiales, Introducción al magnetismo y materiales magnéticos, Técnicas de síntesis de nanoestructuras, electromagnetismo, curso especial.	10	INGENIERIA AMBIENTAL	PELICULAS DELGADAS, MATERIALES CERÁMICOS, CARACTERIZACIÓN DE MATERIALES
Alberto Mendoza Suárez	Doctor (CICESE)	Prof. Inv. TC Tit. C	I	Tutor y/o Prof	Óptica, Física del Estado Sólido, Electromagnetismo, Propiedades Físicas de Materiales, Matemáticas Avanzadas, Mecánica de Fluidos, Fenómenos de Transporte, Mecánica Clásica y del medio Continuo,, Cristales fotónicos y metamateriales, Curso especial.	10	FISICA TEORICA Y APLICADA	CRISTALES FOTÓNICOS, METAMATERIALES Y ESPARCIMIENTO DE LUZ
Oracio Navarro Chávez	Doctor (BUAP)	Prof. Inv. TC Tit. C (adscrito al IIM-	III	Tutor y/o Prof.	Óptica, Física del Estado Sólido Propiedades Físicas de Materiales, Electromagnetismo, Termostadística. Propiedades físicas de materiales,	10	INSTITUCION EXTERNA	PROPIEDADES DE MATERIALES

		UNAM)			Introducción al magnetismo y materiales magnéticos, Técnicas de síntesis de nanoestructuras, Curso especial.			
Mary Carmen Peña Gomar	Doctor (INAOE)	Prof. Inv. TC Tit. B	No	Tutor y/o Prof.	Instrumentación, Óptica, Electromagnetismo, Laboratorio de Óptica, Física del Estado sólido, Curso especial.	10	FISICA TEORICA Y APLICADA	PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES
Eduardo Salvador Tututi Hernández	Doctor (UNAM)	Prof. Inv. TC Tit. C	I	Tutor y/o Prof.	Mecánica de fluidos, Mecánica clásica y del continuo, Electromagnetismo, Fenómenos de Transporte, Termostadística, Simulación de Interacción de Muchos cuerpos, Estructura de la materia, Dinámica no-Lineal y Caos, Interacción de radiación-materia, Detectores de radiación ionizante, Fenómenos críticos, Instrumentación, Curso especial.	10	FISICA TEORICA Y APLICADA	SISTEMAS DINÁMICOS Y CAOS, PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES
Luis Mariano Hernández Ramírez	Doctor (CINVEST AV)	Prof. Inv. Tit. "B"	No	Tutor y/o Prof.	Fenómenos de Transporte, Propiedades físicas de materiales, Introducción al magnetismo y materiales magnéticos, Técnicas de síntesis de nanoestructuras, electromagnetismo Estructura de la materia, Curso especial.	10		Caracterización de materiales
Joaquín de la Torre Medina	Doctor (Universidad de Lovaina, Bélgica)	Prof. Inv. Tit. "A"	I	Tutor y/o Prof.	Propiedades físicas de materiales, Introducción al magnetismo y materiales magnéticos, Técnicas de síntesis de nanoestructuras, electromagnetismo, Física del Estado Sólido, Matemáticas Avanzadas, Curso especial.	10		Caracterización de materiales
Héctor Igor Pérez Aguilar	Doctor (CICESE)	Prof. Inv. Tit. "A"	Candidato	Tutor y/o Prof.	Física del Estado Sólido, Cristales fotónicos y metamateriales. Óptica, Laboratorio de óptica, Matemáticas avanzadas, Electromagnetismo, Mecánica Clásica y del medio Continuo, Curso Especial.	10	Física Teórica y Aplicada	Óptica, Cristales fotónicos, metamateriales, esparcimiento de luz
Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta	Doctor (CINVEST AV)	Prof. Inv. Tit. "A"	I	Tutor y/o Prof.	Fenómenos Críticos, Mecánica Clásica y del Continuo,, Termostadística, Estructura de la Materia, Electromagnetismo, Simulación de Interacción de Muchos cuerpos, Interacción de radiación-materia, Instrumentación, Detectores de radiación ionizante, Curso Especial.	10	Física Teórica y Aplicada	Procesos de dispersión de partículas elementales /Modelado de procesos físicos
Edgar Leonel Chávez González	Doctor (CIMAT)	Prof. Inv. Titt. "C"	II	Tutor y/o Prof.	Matemáticas Avanzadas, Ecuaciones diferenciales aplicadas, Estadística Aplicada, Curso Especial	10	Algoritmos y estructura de datos	Algoritmos y estructura de datos
Petr Zhevandrov Bolshakova	Doctor. Universidad Estatal de Lomonosov, Moscú.	Prof. Inv. Tit. "C"	II	Tutor y/o Prof.	Matemáticas Avanzadas, Ecuaciones diferenciales aplicadas, Mecánica de Fluidos, Mecánica Clásica y del Medio Continuo, Dinámica no-Lineal y Caos, Curso Especial.	10		Ecuaciones diferenciales
Luis Manuel Villaseñor Cendejas	Doctor. (CINVEST AV)	Prof. Inv. Tit. "C"	III	Tutor y/o Prof.	Electromagnetismo, Estadística Aplicada, Instrumentación, Interacción Radiación-Materia, Detectores de radiación ionizante, Curso Especial	10	Teoría de Campos y Física de Altas Energías	Física de altas energías experimental, rayos cósmicos

TABLA 5.3.B. Núcleo básico

Nivel educativo de posgrado	Tipo de posgrado	Núcleo Académico Básico	Grado Académico Mínimo de los Profesores
Doctorado	Investigación	13 Profesores Dr. Jorge Isidro Aranda, Dr. Francisco Domínguez Mota, Dr. Rafael González Campos, Dr. Alberto Mendoza Suárez, Dr. Eduardo Salvador Tututi Hernández Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa, Dra. Guadalupe Garnica Romo, Dr. Oracio Navarro Chávez, Dr. Joaquin de la Torre Medina Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta Dr. Petr Zhevandrov Dr. Edgar Leonel Chávez González Dr. Luis Manuel Villaseñor Cendejas	Doctorado (100%)

## Características del Personal Académico Participante en este Programa

Los profesores que integran este programa tienen su formación académica en las Líneas de Generación o Aplicación del Conocimiento (LGAC).

- Como se observa en la tabla 6.1 todos los profesores de este programa ha obtenido su grado más alto en instituciones distintas a la UMSNH
- Todos los profesores de este programa están integrados en cuerpos académicos y realizan investigación congruente con el área de su especialización
- Más del 90% de los profesores de este programa han publicado en los últimos tres años en revistas del índice de CONACYT o incluidas en el CITATION INDEX.
- El 61 % de los profesores de este programa, pertenecen al SNI (Uno nivel III, dos de ellos con nivel II)
- Todos los profesores de este programa están vinculados a programas de licenciatura en sus respectivas facultades.
- Todos los profesores del Núcleo Académico Básico son de tiempo completo y realizan actividades de investigación y docencia y pertenecen al SNI con al menos el Nivel I.

## Personal Académico

El programa de licenciatura fue evaluado en el nivel 1 por CIEES desde el año 1998. Cuenta con 36 profesores de tiempo completo, el 97% de la planta docente tiene Doctorado, y el 92% pertenece al SIN, la institución cuenta con el personal académico necesario para cubrir la demanda del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física.

## Núcleo Académico Básico

Es el conjunto de profesores que tiene las responsabilidades inherentes a un programa de posgrado como lo son la docencia, tutoría, investigación, gestión, participación en exámenes y en dirección de tesis. Los profesores interesados en ingresar o permanecer en el NAB del programa de doctorado deberán:

- a) Tener el grado de Doctor en un área afín a alguna(s) línea(s) LGAC del programa.
- b) Ser profesores de tiempo completo.
- c) Pertenecer al Sistema Nacional de Investigadores (SNI) con al menos el nivel I.
- d) Tener, al menos dos publicaciones en revistas indexadas y de circulación internacional en los últimos tres años o alternativamente tener patentes registradas o en trámite al momento de su solicitud de ingreso.
- e) Hacer una solicitud por escrito de ingreso o permanencia al Consejo Interno de Posgrado.

El periodo de permanencia en el NAB del doctorado será por tres años, al término del cual el profesor interesado en permanecer en el mismo deberá solicitar su permanencia al Consejo Interno de Posgrado y deberá ser avalado por el H. Consejo Técnico de la Facultad. Si no cumple con los requisitos anteriores podrá hacer su solicitud cuando cumpla con los mismos.

## Profesores Invitados

Los Profesores Invitados dentro del Programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física son aquellos que colaboran en el Programa impartiendo asignaturas en el mismo, cursos, talleres, etc. o que forman parte en los comités tutoriales. Para participar dentro del Programa como Profesor Invitado se requiere:

- a) Tener el grado de Doctor en un área afín al Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física.
- b) Ser profesor de tiempo completo.
- c) Tener publicaciones afines a las LGAC que se cultivan en el Programa en revistas indexadas en los últimos tres años.
- d) Hacer una solicitud por escrito de ingreso o permanencia al Consejo Interno de Posgrado.

Un Profesor Invitado podrá participar hasta en dos comités tutoriales distintos simultáneamente. Profesores de otras Facultades, Institutos o instituciones del país o del extranjero podrán pertenecer al Núcleo Académico Básico del programa de doctorado o podrán participar como Profesores Invitados siempre y cuando muestren disponibilidad e interés en participar en el programa de posgrado y cumplan con los requisitos anteriores. El profesor deberá presentar además una autorización por parte de las autoridades competentes de su dependencia o institución para participar en el programa.

El Consejo Interno debe cuidar que el número de profesores participantes en el Programa satisfaga el indicador de excelencia de CONACYT para programas de posgrado dentro del PNPC. La permanencia de un Profesor como parte del Personal Académico del Programa, será determinada por el Consejo Interno y avalada por el H. Consejo Técnico. La permanencia deberá ser dictaminada por el Consejo Interno en base a su productividad y al indicador de excelencia vigente referente a la proporción de profesores dentro del SNI.

## Metodología y Técnicas de Enseñanza

Elaborada en el aprovechamiento de las experiencias como factor esencial del aprendizaje con una interacción teórica y de investigación entre participantes e instructores, a través de la aplicación inmediata de los contenidos de asignatura en las áreas de investigación, seguido del análisis y resultados logrados.

## 5.4 Acreditación y/o Revalidación

Las materias que integran los cursos propedéuticos y del plan de estudios pueden acreditarse o revalidarse en términos generales a través de:

- Exámenes de conocimiento; solamente cursos propedéuticos.

- La presentación de certificados de materias o asignaturas correspondientes a planes de estudio iguales o equivalentes a nivel doctorado que fueran cursadas o acreditadas en otras instituciones con programa conacyt.

## 5.5 Estructura Curricular

El mapa curricular del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física contiene asignaturas optativas y actividades de investigación bajo la dirección de un tutor del programa. En la tabla siguiente se indican las asignaturas optativas, créditos y requisitos correspondientes.

Tabla 5.5.A. Mapa curricular

ASIGNATURAS OPTATIVAS	CLAVE	SERIACIÓN	HORAS		CRÉDITOS	INSTALACIONES
			TEORÍA	PRACTICA		
Matemáticas Avanzadas	B	-	4	1	10	A y/o L
Electromagnetismo	B	-	4	1	10	A y/o L
Estructura de la Materia	B	-	5	0	10	A
Mecánica Clásica y del Medio Continuo	B	.	5	0	10	A
Termoestadística	B	.	5	0	10	A
Mecánica de Fluidos	O	-	2	2	8	A y/o L
Ecuaciones diferenciales aplicadas	O	-	4	0	8	A
Métodos numéricos	O	-	2	2	8	A y L
Fenómenos de transporte	O	-	3	2	8	A y/o L
Óptica	O	-	4	0	8	A
Laboratorio de Óptica	O	-	0	4	8	L
Estadística Aplicada	O	-	3	1	8	A y/o L
Elementos finitos	O	-	3	1	8	A y/o L
Elementos de frontera		-	2	2	8	A y/o L
Física del Estado Sólido	O	-	3	1	8	A y/o L
Propiedades Físicas de Materiales	O	-	1	3	8	A y/o L
Fenómenos Interfaciales	O	-	3	1	8	A y/o L
Electroquímica	O	.	3	1	8	A y/o L
Instrumentación	O	.	0	4	8	A y/o L
Detectores de radiación ionizante	O	-	2	2	8	A y L
Interacción de Radiación-Materia	O	-	1	3	8	A y/o L
Fenómenos críticos	O	-	4	0	8	A
Dinámica no-Lineal y Caos	O	-	4	0	8	A
Simulación de Interacción de Muchos Cuerpos	O	-	4	0	8	A
Introducción al Magnetismo y Materiales magnéticos	O	-	4	0	8	A

Cristales fotónicos y metamateriales	O	-	4	0	8	A
Técnicas de Síntesis de Nanoestructuras		-	2	2	8	A y/o L
Curso Especial I	O	-	4/0	0/4	8	A/L
Curso Especial II	O	-	4/0	0/4	8	A/L
Curso Especial III	O	-	4/0	0/4	8	A/L
Curso Especial IV	O	-	4/0	0/4	8	A/L

## 5.6 Líneas de Investigación o de Trabajo Profesional

Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento Asociadas al Programa y Profesores que las sustentan (Las LGAC que sustentan los profesores que participan en este programa y que están registradas en el PROMEP, tienen objetivos en parte comunes que se traslapan con las líneas de este programa)

### *CIENCIA E INGENIERÍA DE MATERIALES*

En esta línea se investiga propiedades físicas de materiales (líquidos, sólidos, superconductores, cuasi cristales, nano materiales, películas delgadas, metamateriales, nanoestructuras) como lo son la superconductividad, propiedades dieléctricas, magnetismo, absorción de micro-ondas, transporte eléctrico, fenómenos interfaciales, propagación y esparcimiento de luz y sus potenciales aplicaciones en la ingeniería. También se investiga sobre desarrollo de dispositivos ópticos para el monitoreo de procesos físicos, químicos y biológicos.

Los investigadores involucrados en esta línea de investigación son:

Dr. Luis Mariano Hernández Ramírez  
 Dr. Gonzalo Viramontes Gamboa  
 Dr. Joaquín de la Torre Medina  
 Dr. Oracio Navarro Chávez  
 Dra. Guadalupe Garnica Romo  
 Dra. Mary Carmen y Moserrat Peña Gomar  
 Dr. Alberto Mendoza Suárez  
 Dr. Javier Cruz Mandujano  
 Dr. Héctor Igor Pérez Aguilar

Laboratorios asociados a esta LGAC

- Laboratorio Interinstitucional de Superconductividad y Magnetismo
- Laboratorio de Sensores Ópticos
- Laboratorio de Fisicoquímica y Fluidos
- Laboratorio de Síntesis y Caracterización de Nano materiales
- Laboratorio de Películas Delgadas
- Laboratorio de magnetismo y nanoestructuras (proyectado)

### *MODELADO*

En esta línea de investigación se estudian modelos de sistemas complejos, flujos de masa y energía en reservorios acuíferos y geotérmicos, propagación de ondas, propiedades elásticas de sólidos, análisis de señales así como modelos descritos por ecuaciones

diferenciales parciales. También se estudian sistemas dinámicos y caos y sus aplicaciones tanto en sistemas biológicos como en la ingeniería y la sociedad.

Los investigadores involucrados en esta línea de investigación son:

Dr. Francisco Javier Domínguez Mota  
Dr. Rafael González Campos  
Dr. Petr Zhevandrov  
Dr. Mario Cesar Suárez Arriaga  
Dr. Edgar Leonel Chávez González  
Dr. Eduardo Salvador Tututi Hernández

Laboratorios asociados a esta LGAC:

- Laboratorio de Vibración y Acústica
- Laboratorio de Cómputo

#### *ESTRUCTURA DE LA MATERIA*

La investigación se centra en el estudio de la interacción de la radiación con la materia. En particular, interesa el estudio de interacción de rayos X altamente energéticos con la materia, donde tal radiación se puede dirigir sobre blancos de materia susceptibles a ser traspasados por éstos generando patrones de difracción e interferencia los cuales son empleados por técnicas de reconstrucción de imágenes para explorar en tres dimensiones la estructura interna de los materiales usando la propiedad del contraste de fase. Una de las aplicaciones de esta línea de investigación consiste en la mejora de radiografías alcanzándose una mayor resolución de imagen con menores dosis radiación. En esta línea de investigación también se estudian las estructuras fundamentales de la materia y sus interacciones a bajas y altas energías y sus aplicaciones tanto en la ingeniería como en la medicina.

Los investigadores involucrados en esta línea de investigación son:

Dr. Eduardo Salvador Tututi Hernández  
Dr. Jorge Isidro Aranda Sánchez  
Dr. Fernando Iguazú Ramírez Zavaleta  
Dr. Luis Villaseñor Cendejas

Laboratorios asociados a esta LGAC:

- Laboratorio de rayos X (proyectado)
- Laboratorio de Instrumentación (proyectado)

## **5.7 Distribución de Asignaturas por Periodo**

Las asignaturas de Curso Especial I, II, III y IV así como los programas y los requisitos de los mismos deberán ser aprobados por el Consejo Interno de Posgrado, previa solicitud del interesado en impartir dicha asignatura.

El Consejo Interno de la División de Estudios de Posgrado (Cuerpo Colegiado del programa de posgrado (abreviado como Consejo Interno de posgrado cuando no haya

confusión) determinará las asignaturas optativas que se ofrecerán cada semestre tomando en cuenta la opinión de los tutores y los intereses de los alumnos. El estudiante se reunirá con su Comité tutorial al menos una vez por semestre para mostrar avances en el programa de estudios. El seguimiento que el Comité tutorial hará sobre el estudiante queda descrito en la sección de Permanencia y seguimiento de estudiantes. Para inscribirse a un semestre superior, el alumno deberá tener avalado por su Comité Tutorial su plan de trabajo semestral correspondientes al semestre cursado. El alumno desarrollará su tesis que presentará en forma escrita y defenderá ante una mesa de sinodales designada por el Consejo Interno de Posgrado en un examen de grado. Para obtener el grado de Doctor en Ciencias en Ingeniería Física, el alumno deberá haber cubierto y/o cumplido las asignaturas y las actividades de investigación que el comité tutorial se señale y haber aprobado el examen de grado correspondiente.

## **5.8 Programas de Estudio: Doctorado en Ingeniería Física**

Se adjuntan los programas del plan estudios de las materias del Programa Educativo del Doctorado en Ingeniería Física de la Facultad de ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

**NOMBRE: ESTRUCTURA DE LA MATERIA**

CLAVE: B

CICLO: PRIMER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 5

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en mecánica cuántica aplicada.

1. **Fotones.** Radiación de cuerpo negro .Efecto fotoeléctrico. Efecto Compton. Rayos X. Rayos Gamma
2. **Introducción al átomo y ondas de materia.** Modelo atómico de Rutherford. Modelo atómico de Bohr. Excitaciones atómicas. Ondas de materia y difracción de electrones. Dualidad onda partícula. Principio de incertidumbre. Paquete de onda y velocidad de grupo
3. **Mecánica cuántica.** Ecuación de Schroedinger. Problema de valores propios. Potenciales Unidimensionales. Efecto Tunel. Partícula en una caja en 3D. Oscilador Armónico. Fuerzas centrales. Ecuación de Schreodinger en coordenadas esféricas. Números cuánticos del Momento Angular. Átomos con un electrón
4. **Espín e interacciones magnéticas.** Experimento de Stern Gerlach. Propiedades del Spín del Electrón. Efecto Zeeman. Resonancia Magnética. Adición de Momento Angular Orbital y Spín. Interacción Spín-Orbita. Estructura Hiperfina
5. **Átomos complejos.** Modelo de Campo Central. Principio de Exclusión. Estado base de los átomos y Tabla Periódica. Espectros de rayos X. El átomo de He. Átomos de metales alcalinos
6. **Moléculas.** Enlace por tunelamiento cuántico. Enlace covalente. Enlace iónico. Interacciones de van der Waals. Moléculas poliatómicas. Espectroscopía rotacional. Espectroscopía vibracional
7. **El estado sólido.** Estructura de los solidos. Difracción e Bragg. Teoría del gas de electrones libres. Bandas de energía en sólidos. Teoría de Bandas en metales, aislantes y semiconductores . Semiconductores y dispositivos semiconductores. Magnetismo en sólidos
8. **Superfluidos y superconductores.** Caracterización experimental de superfluidos y suerconductores. Superfluidez y Band Gap. Condensación de Bose-Einstein. Pares de Cooper y la Teoría BCS
9. **El núcleo atómico.** Estructura del núcleo. Modelo de gas de Fermi del núcleo. Interacciones nucleón-nucleón. Interacción nuclear débil. Radioactividad. Decaimientos gamma, beta y alfa. Introducción a reacciones nucleares. Fisión nuclear. Fusión nuclear y energía termonuclear
10. **Partículas elementales.** Introducción a las partículas elementales. Partículas y campos. Mesones y Fuerza nuclear. Mesones y Piones. Neutrinos. Interacción débil. Resonancia de mesones y bariones. Quarks. La interacción débil y electromagnética de quarks. Interacción electrodebil. Color e interacciones fuertes. Unificación universal

#### **Bibliografía:**

- [1]. John J. Brehm y William J. Mullin. Introduction to the structure of matter: A course in modern physics. John Wiley & Sons Inc. 1989.
- [2]. R. Stephen Berry, Stuart A. Rice y John Ross. The structure of matter: An introduction to quantum mechanics. Oxford University Press. 2002.
- [3]. Francis Owen Rice y Edward Teller. The structure of Matter. 2011.
- [4]. David J. Griffiths, Introduction to Quantum Mechanics, Prentice Hall, 1994
- [5]. Claude Cohen-Tadnuji, Bernard Diu, Frank Laloe, Quantum Mechanics, Vols. I y II, Wiley, 1973.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( )

**NOMBRE: MATEMÁTICAS AVANZADAS**

CLAVE: B

CICLO: PRIMER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 5

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en matemáticas avanzadas aplicadas.

**1.- CÁLCULO.** Funciones continuas. Diferenciación. Integral de Riemann. Teorema fundamental del cálculo. Funciones elementales. Sucesiones y series. Integrales impropias. Funciones de varias variables. Integrales múltiples, de línea y de superficie. Fórmulas de Green, Gauss y Stokes.

**2.-VARIABLE COMPLEJA.** Números complejos. Integración. Series de Taylor y Laurent. Singularidades. Mapeo conforme.

**3.-ALGEBRA LINEAL.** Matrices y sus inversas. Rango. Sistemas lineales. Determinantes. Vectores y valores propios. Diagonalización.

**4.-ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS.** Métodos de integración. Ecuaciones y sistemas lineales con coeficientes variables y constantes.

**Bibliografía:**

[1]. Kreyszig E. Advanced Engineering Mathematics. 10th edition. Wiley, 2011.

[2]. James G. et al. Advanced Modern Engineering Mathematics. 4<sup>th</sup> edition Pearson, 2011.

[3]. Jeffrey A. Advanced Engineering Mathematics. Academic, 2002.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( )

NOMBRE: **TERMOESTADÍSTICA**

CLAVE: B

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 5

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en termodinámica y mecánica estadística aplicada.

- Leyes de la termodinámica.** La ley cero. Termometría. Ecuación de estado. Trabajo. Procesos cuasi-estáticos. Primera Ley de la termodinámica. Trabajo. Capacidades caloríficas. Conducción de calor. Segunda Ley de la termodinámica. Entropía. Maquinas térmicas. Relaciones de Euler y Gibbs-Duhem. Equilibrio de fases. Reacciones químicas. Construcción de Maxwell. Aplicaciones. Ecuación de van der Waals. Presión osmótica
- Potenciales termodinámicos.** Principio de la entropía máxima. Entropía y potenciales termodinámicos. Transformaciones de Legendre. Energía libre. Entalpía. Entalpía libre. Relaciones de Maxwell.
- Bases estadísticas de la termodinámica.** Estados macroscópicos y microscópicos. Contacto entre termodinámica y estadística: número de estados y entropía. Gas ideal clásico. Paradoja de Gibbs.
- Teoría de ensembles.** Espacio fase clásico. Teorema de Liouville. Ensemble microcanónico. Estados cuánticos y el espacio fase. Ensemble canónico. Función de partición. Sistemas clásicos. Fluctuaciones de la energía. Sistema de osciladores armónicos. Temperaturas negativas. Ensemble Gran Canónico. Conservación del número de partículas. Equivalencia de ensembles.
- Gases ideales cuánticos.** Gas ideal de Bose. Densidad de estados. Números de ocupación. Modelos de Einstein y Debye de sólidos cristalinos. Condensación de Bose-Einstein. Gas ideal de Fermi. Gas de Fermi degenerado. Electrones en un metal. Emisión termoiónica. Paramagnetismo y diamagnetismo.

#### Bibliografía:

- [1]. Mark W. Zemansky, Richard Dittman, Calor y Termodinámica 6ª Ed. Mc Graw Hill 1981.
- [2]. H. Callen, Thermodynamics and introduction to thermostatics, 2<sup>nd</sup> Ed. John Wiley & Sons, 1985.
- [3]. R. K. Pathria, Statistical Mechanics, 2<sup>nd</sup> Ed., Butterworth Heineman, 2001.
- [4]. Walter Greiner, Ludwig Noise, Horst Stöcker, Thermodynamics and Statistical Mechanics, Springer, 2000.

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( )

**NOMBRE: MECÁNICA CLÁSICA Y DEL MEDIO CONTINUO**

CLAVE: B

CICLO: 1 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 5

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en mecánica aplicada al medio continuo.

1. **Formulación Newtoniana.** Ecuaciones de Newton para sistemas de una y muchas partículas. Leyes de conservación: momento lineal, momento angular, energía. Ejemplos.

2. **Principios variacionales.** Introducción al Cálculo Variacional. Formulación Lagrangiana de la mecánica. Ecuaciones de Lagrange. Ejemplos. Leyes de conservación. Formulación Hamiltoniana de la mecánica. Ecuaciones de Hamilton. Ejemplos. Transformaciones canónicas.

3. **Cuerpo Rígido.** Rotaciones. Cinemática. Ángulos de Euler. Dinámica. Ecuaciones de Euler. Ejemplos. Trompo simétrico.

4. **Pequeñas oscilaciones.** Oscilaciones amortiguadas. Oscilaciones no lineales. Modos normales. Ejemplos.

5. **Mecánica del medio continuo.** Transición de un sistema discreto a uno continuo. Ecuación de onda. Cuerda vibrante. Modos normales. Cinemática y dinámica de fluidos. Ondas sonoras. Teoremas de conservación.

6. **Elasticidad.** Deformaciones de sólidos. Equilibrio en barras y placas. Flexión. Torsión. Ondas elásticas. Propagación en discontinuidades. Ondas elásticas de superficie. Reflexión interna.

**Bibliografía:**

- [1]. Herbert Goldstein, Charles Pole, John Safko, Classical Mechanics 3<sup>rd</sup> Ed. Addison Wesley. 2002.  
 [2] L. Landau, E. Lifshitz, Mechanics, 3<sup>rd</sup> Ed. Butterworth-Heinemann, 2000.  
 [3]. Keith R. Symon, Mechanics, 3<sup>rd</sup> Ed. Addison Wesley, 1971.  
 [4]. Lee A. Segel, Mathematics Applied to Continuum Mechanics, Dover 1987  
 [5]. L. Landau, E. Lifshitz, Teoría de la elasticidad, Reverté 2002.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )

NOMBRE: **ELECTROMAGNETISMO**

CLAVE: B

CICLO: 1-2 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA)

HRS./SEM.: 5

**Objetivo:** Que el estudiante tenga los conocimientos básicos sobre el campo de electromagnetismo enfocado a la propagación de la luz en los materiales. Conocer las propiedades de los cristales y entender propiedades como isotropía y anisotropía.

1. **Ecuación de onda.** Ondas escalares y vectoriales en el espacio libre: Ecuaciones de Maxwell en el vacío, sin cargas ni corrientes. Ecs. de onda para  $\vec{E}$  y  $\vec{B}$ . Ec. de onda escalar y su solución por separación de variables para ondas armónicas. Interpretación física de las soluciones de ondas viajeras. Parámetros de onda. Forma general de la función de onda escalar. Ondas planas monocromáticas. Naturaleza transversal de las ondas planas. Energía del campo electromagnético: Teorema de Poynting. Vector de Poynting de campos complejos. Polarización lineal, circular y elíptica: Forma general de una onda plana polarizada. Ecuación de la elipse de polarización. Rotación de los ejes de la elipse. Parámetros de la elipse en el sistema rotado. Diferentes estados de polarización y sentido de giro. Parámetros de Stokes: Parámetros de Stokes en términos de los parámetros de la elipse de polarización. Parámetros de Stokes y su relación con observables. Vectores de Stokes para diferentes estados de polarización. Esfera de Poincaré y los diferentes estados de polarización.
2. **Ondas en medios conductores y no conductores.** Ondas en medios conductores. Ondas en medios no conductores. Distribución de corriente en conductores. Reflexión y refracción en dieléctricos. Ecuaciones de Fresnel. Reflexión total interna y externa. Angulo de polarización. Corrimientos de fase. Reflectancia y transmitancia. Reflexión y refracción en metales.
3. **Sistemas radiantes.** Potenciales retardados. Radiación dipolar. Los vectores de Hertz. Campo debido a un dipolo Hertziano. Campo radiado por un dipolo oscilante. Radiación cuadrupolar eléctrica. Modelos de dispersión: Dispersión en gases. Dispersión en líquidos y sólidos. Conductividad de un medio de electrones libres. Propiedades ópticas de los metales.
4. **Óptica de cristales.** Isotropía y anisotropía. Estructura de una onda plana monocromática en un medio anisotrópico. Ecuaciones de Fresnel para la propagación en cristales. Construcción geométrica para determinar las velocidades de propagación y las direcciones de vibración. Clasificación óptica de cristales. Propagación de luz en cristales uniaxiales. Propagación de luz en cristales biaxiales. Producción de luz polarizada y dispositivos de polarización.

#### Bibliografía:

- [1]. J. B. Marion and M. A. Heald, *Classical Electromagnetic Radiation*, Thomson Learning, Third edition , 1995.
- [2]. M. Born and E. Wolf, *Principles of Optics*, Cambridge University Press, Seventh edition , 2005.
- [3]. J. D. Jackson, *Classical Electrodynamics*, John Wiley&Sons, Third edition, 2001.
- [4]. E. Hecht y A. Zajac, *Óptica*, Addison-Wesley Tercera Edición, 1986.
- [5]. W.J. Smith, *Modern Optical Engineering*, Robert E. Ficher and Warren J. Smith, Series Editors, Second Edition, 1990.

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( )

Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( X )
Otras:	( X )

NOMBRE: **MÉTODOS NUMÉRICOS.**

CLAVE: B

CICLO: 1-2 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad para resolver problemas numéricos que surgen en las aplicaciones utilizando herramientas computacionales como FORTRAN, MATLAB y MATHEMATICA.

1. *Sistemas numéricos.* Aritmética con un número finito de dígitos. Bases binarias y decimales. Sistema numérico de punto flotante. Precisión simple y doble. Pérdida de precisión. Propagación de errores. Problemas mal condicionados.
2. *Fortran90.* Notación. Líneas y declaraciones. Tipos de variables. Expresiones. Arreglos. Declaraciones de asignación, de control y de entrada/salida. Sistema de entrada/salida. Estructura de archivos. Programas, subrutinas y funciones. Librerías. Sistema operativo y Fortran. Compilación y ejecución. Errores comunes.
3. *Matlab y Mathematica.* Tipos y dimensión. Subíndices. Operaciones. Matrices y vectores. Ciclos y condicionales. Submatrices. Funciones internas. Funciones externas. Interacción con el sistema operativo. Gráficos y su manejo.
4. *Aproximación.* Interpolación de Hermite. Splines. Mínimos cuadrados con polinomios. Funciones ortogonales. Polinomios trigonométricos. Funciones racionales. Laboratorio de cómputo.
5. *Sistemas de ecuaciones.* Sistemas lineales. Factorización LU. Eigenvalores. Inversa y Pseudoinversa. Normas matriciales. Sistemas no lineales. Punto fijo para varias variables. Método de Newton. Método de descenso rápido. Laboratorio de cómputo.
6. *Transformada rápida de Fourier y Wavelets.* Transformada discreta de Fourier. Factorización raíz de 2. Operadores mariposa. TRF en varias variables. Ventanas y escalas. Funciones base. Haar wavelets. Transformada wavelets discreta. Análisis de frecuencias. Laboratorio de cómputo.
7. *Problemas diferenciales.* Diferenciación e integración numérica. Diferencias finitas. Valores a la frontera. Método del elemento finito. Aproximación de Rayleigh-Ritz. Polinomios a trozos. Elementos finitos triangulares y rectangulares. Ecuaciones diferenciales parciales. Problemas elípticos. Laboratorio de cómputo.

#### Bibliografía:

- [1]. R. Burden, J. Faires, A. Reynolds, *Análisis Numérico*, Prindle, Weber and Schmidt, 1981
- [2]. S. Conte, C. deBoor, *Elementary Numerical Analysis*, McGraw-Hill, 1980
- [3]. A. Kharab and R. Guenther, *An Introduction to Numerical Methods. A MATLAB Approach*. Chapman & Hall/CRC, 2nd Edition, 2006.
- [4]. Y. Kwon and H. Bang, *The Finite Element Method Using MATLAB*, CRC Press, 2nd Edition, 2000.
- [5]. O. Zienkiewicz and R. Taylor, "The Finite Element Method. Volume 1 – The Basis". 5<sup>th</sup> Edition, 689 pp. BH – Oxford, 2000.
- [6]. M. C. Suarez A. <http://www.fisimat.umich.mx/~marioc/> >> Descargas
- [7]. E. Becker, G. Carey, J. Tinsley, *Finite Elements, An Introduction*, Volume I. Prentice-Hall, 1981
- [8]. W. Press et al., *Numerical Recipes in Fortran 90*, Cambridge University Press, 1996.
- [9]. S. Nakamura, *Análisis numérico y visualización gráfica con Matlab*, Prentice-Hall, 1992.
- [10]. S. Wolfram, *Mathematica*, Cambridge University Press, 1999.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( X )

**NOMBRE: INTRODUCCIÓN AL MAGNETISMO Y MATERIALES MAGNÉTICOS**

CLAVE: O

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4

**OBJETIVO.** Que el estudiante adquiera los conocimientos relacionados a los diferentes materiales magnéticos y técnicas de medición. Estudiará la dinámica de la magnetización y aplicaciones de los materiales magnéticos relacionadas a estos procesos.

**1.-Definiciones y unidades.** Los sistemas de unidades cgs-emu y SI. Momento y dipolo magnético. Intensidad de la magnetización y efectos magnéticos de corrientes. Materiales magnéticos e histéresis magnética.

**2.-Materiales magnéticos.** Teoría del diamagnetismo y sustancias diamagnéticas. Teoría clásica y cuántica del paramagnetismo y sustancias paramagnéticas. Aleaciones ferromagnéticas y antiferromagnéticas. Sustancias ferrimagnéticas.

**3.-Anisotropía magnética.** Anisotropía de cristales cúbicos y hexagonales. Anisotropía de forma y magnetostricción. Técnicas de medición de la anisotropía.

**4.-Dominios, procesos de la magnetización.** Estructura y técnicas de observación de dominios y pared de dominio. Partículas monodominio. Movimiento de pared de dominio y procesos de rotación de la magnetización.

**5.-Dinámica de la magnetización.** Velocidad de pared de dominio. Amortiguamiento magnético y resonancia magnética: Resonancia magnética nuclear, resonancia ferromagnética y otros métodos.

**6.-Materiales magnéticos suaves y duros, espintrónica y grabado magnético.** Materiales magnéticos suaves y permanentes. Aplicaciones estáticas y dinámicas. Materiales para espintrónica, sensores magnéticos, memoria magnética y grabado magnético.

**7.-Tópicos especiales (opcional).** Líquidos magnéticos y magnetoelectroquímica. Superconductores y levitación magnética. Magnetismo en biología y medicina.

**Bibliografía:**

[1]. B. D. Cullity and C. D. Graham, *Introduction to Magnetic Materials* (Addison-Wesley, IEEE Press, 2009).

[2]. J. M. D. Coey, *Magnetism and Magnetic Materials* (Cambridge University Press, 2009).

[3] D. Jiles, *Introduction to magnetism and magnetic materials* (Chapman & Hall, 1996).

[4] N. A. Spaldin, *Magnetic materials; Fundamentals and device applications* (Cambridge University Press, 2003).

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )

**NOMBRE: CRISTALES FOTONICOS Y METAMATERIALES**

**CLAVE: O**

**PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA u ÓPTICA)**

**HRS./SEM.: 4**

**Objetivo:** El estudiante, al finalizar el curso, conocerá las bases fundamentales de Cristales fotónicos, metamateriales y estructuras plasmónicas, que le permitirán manejar métodos numéricos rigurosos como una herramienta indispensable tanto en el modelado de los sistemas periódicos como en el aprendizaje e investigación de otras áreas afines de la óptica e ingeniería física.

## **1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA DE ESTADO SÓLIDO**

### **1.1 Estructuras cristalinas**

- 1.1.1 Arreglos periódicos de átomos
- 1.1.2 Tipos de redes fundamentales
- 1.1.3 Sistemas de índices para planos cristalinos
- 1.1.4 Estructuras cristalinas simples

### **1.2 Redes recíprocas**

- 1.2.1 Difracción de ondas por cristales
- 1.2.2 Amplitud de onda esparcida
- 1.2.3 Zonas de Brillouin

### **1.3 Bandas de energía**

- 1.3.1 Modelo del electrón libre
- 1.3.2 Funciones de Bloch
- 1.3.3 Ejemplo: Modelo de Kronig-Penney

## **2. FUNDAMENTOS DE ÓPTICA DE ONDAS**

### **2.1 Modelos teóricos**

- 2.1.1 Óptica de ondas
- 2.1.2 Óptica geométrica

### **2.2 Propagación de ondas – Ecuaciones de Maxwell**

- 2.2.1 Ecuación de onda en el vacío
- 2.2.2 Ondas en medios dieléctricos

### **2.3 Condiciones de frontera**

### **2.4 Teorema de Bloch**

## **3. MÉTODO DE EXPANSIÓN DE ONDAS PLANAS**

### **3.1 Algoritmo del método de ondas planas en 1D**

- 3.1.1 Vectores de la red recíproca y la zona de Brillouin
- 3.1.2 Expansión de Fourier de la función dieléctrica
- 3.1.3 Valores y vectores propios de una matriz

### **3.2 Cálculo de estructuras de bandas para cristales fotónicos 1D**

- 3.2.1 Resultados numéricos
- 3.2.2 Estructuras de bandas fuera de eje para PhC 1D

### **3.3 Estructuras de bandas para cristales fotónicos en 2D y 3D**

- 3.3.1 Algoritmo del método de ondas planas en 2D
- 3.3.2 Cálculo de estructuras de bandas para PhC 2D
- 3.3.3 Algoritmo del método de ondas planas en 3D
- 3.3.4 Cálculo de estructuras de bandas para PhC 3D

## **4. MÉTODO DE LA ECUACIÓN INTEGRAL**

### **4.1 Consideraciones preliminares**

- 4.1.1 Los campos electromagnéticos
- 4.1.2 Teorema integral de Green
- 4.1.3 Las funciones fuente
- 4.1.4 Discretización de las ecuaciones integrales

### **4.2 Problemas sujetos a condiciones de frontera**

- 4.2.1 Ecuación de Laplace

- 4.2.2 Ecuación de Helmholtz
  - 4.3 Aplicación a cristales fotónicos en 2D
    - 4.3.1 Cálculo de estructura de bandas para PhC 2D
  - 4.4 Propagación del campo electromagnético
    - 4.4.1 Guías de ondas
    - 4.4.2 Sistemas periódicos
- 5. METAMATERIALES Y ESTRUCTURAS PLASMÓNICAS**
- 5.1 Introducción
    - 5.1.1 Veselago y el medio izquierdo
    - 5.1.2 Refracción negativa en una interface plana
    - 5.1.3 Dieléctricos artificiales
    - 5.1.4 Permitividad y permeabilidad negativa
  - 5.2 Fundamentos principales de los metamateriales izquierdos
    - 5.2.1 Lateralidad izquierda desde las ecuaciones de Maxwell
    - 5.2.2 Condiciones de entropía en medios dispersivos
    - 5.2.3 Condiciones de frontera
    - 5.2.4 Efectos en medios izquierdos
  - 5.3 Plasmones-polaritones de superficie
    - 5.3.1 Propiedades del plasmón-polaritón de superficie
    - 5.3.2 Plasmón-polaritón en una superficie plana
    - 5.3.3 Resonancia de un plasmón en un cilindro metálico
    - 5.3.4 Simetría de un plasmón-polaritón
    - 5.3.5 Bandas de plasmones en una red cristalina
  - 5.4 Aplicaciones de metamateriales y plasmones de superficie en cristales fotónicos
    - 5.4.1 Refracción negativa en cristales fotónicos
    - 5.4.2 Propiedades ópticas de estructuras plasmónicas en sistemas periódicos

#### Bibliografía:

- [1]. *Introduction to Solid State Physics*, Charles Kittel, John Wiley & Sons, 1996
- [2]. *Photonic Crystals - Physics and Practical Modeling*, I Sukhoivanov and I Guryev, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2009.
- [3]. *Photonic Crystals - Towards Nanoscale Photonic Devices*, J M Lourtioz, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008.
- [4]. *Photonic Crystals - Molding the Flow of Light*, Joannopoulos, Johnson, Winn and Meade, Princeton University Press, 2008.
- [5]. *Electromagnetic Theory and Applications for Photonic Crystals*, Kiyotoshi Yasumoto, Taylor & Francis Group, 2006.
- [6]. *Photonic Crystals: Theory, Applications, and Fabrication*, D W Prather, A Sharkawy, S Shi, J Murakowski and G Schneider, John Wiley & Sons, 2009.
- [7]. *Roadmap on Photonic Crystals*, Susumu Noda, Toshihiko Baba, Kluwer Academic, 2003.

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )

**NOMBRE: TÉCNICAS DE SÍNTESIS DE NANOESTRUCTURAS**

CLAVE: O

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4

**OBJETIVO** Al estudiar el curso el estudiante obtendrá conocimientos de los métodos, equipos y técnicas experimentales más importantes sobre síntesis y caracterización de materiales nanoestructurados. Así mismo, el alumno tendrá una amplia visión de la utilización de tales conocimientos para permitirle la elaboración de protocolos de síntesis en función de las aplicaciones exigidas a los materiales.

**1.-Introducción a las nanoestructuras.** Interés en las nanoestructuras y perspectivas y motivación de las nanociencia y la nanotecnología. Clasificación y enfoque de estudio de la síntesis de nanomateriales.

**2.-Nanoestructuras de dimensión cero: nanopartículas.** Nanopartículas por nucleación homogénea: Crecimiento subsecuente del núcleo; síntesis de nanopartículas metálicas, semiconductoras y oxidadas; reacciones en fase vapor; segregación de fases en estado sólido. Reacciones en fase vapor. Nanopartículas por nucleación heterogénea: Fundamentos y síntesis de nanopartículas. Síntesis de nanopartículas bajo cinética controlada: Síntesis en micelas inversas o usando microemulsiones; síntesis por aerosol; terminación del crecimiento; pirolisis por spray; síntesis basada en templates. Nanopartículas core-shell epitaxiales

**3.-Nanoestructuras de una dimensión: nanoalambres, nanotubos.** Crecimiento espontáneo: Crecimiento por evaporación (disolución) condensación; crecimiento por Vapor (o solución) líquido – sólido (VLS o SLS); recristalización inducida por estrés. Síntesis basado en templates: Deposición electroquímica; deposición electroforética; llenado de templates por dispersión coloidal, por solución y fundición, por deposición de vapor químico y por deposición por centrifugación. Electrorrotación. Litografía.

**4.-Nanoestructuras de dos dimensiones: Películas delgadas.** Fundamentos del crecimiento de películas. Ciencia y tecnología del vacío. Deposición Física de Vapor: Evaporación; epitaxia por haces moleculares, pulverización catódica. Deposición por vapor físico (PVD); deposición por vapor químico (CVD). Deposición por capas atómicas. Súper-redes. Auto ensamblado. Películas de Langmuir-Blodgett. Deposición electroquímica. Películas sol-gel.

**5.-Nanoestructuras fabricadas por métodos físicos.** Litografía: Fotolitografía; litografía electrónica; litografía de rayos X; litografía por haces de iones focalizados. Nanomanipulación y nanolitografía: Microscopía de barrido por tunelamiento; microscopía de fuerza atómica; microscopía óptica de campo cercano. Litografía suave; litografía de micro contacto; litografía por moldeado; litografía por nano impresión; nanolitografía tipo “dip-pen”. Ensamblado de nanopartículas y nanoalambres: Fuerzas capilares; interacciones de dispersión; ensamblado asistido por fuerzas de cizalla, por template y por campos eléctrico y gravitacional; ensamblado unido covalentemente. Otros métodos de nano y micro fabricación.

**Bibliografía:**

- [1]. Guozhong Cao. *Nanostructures and nanomaterials - Synthesis, properties and applications*(World Scientific Publishing, 2006).
- [2]. Knauth, Philippe; Schoonman, Joop. *Nanostructured Materials - Selected Synthesis Methods, Properties and Applications* (Springer-Verlag, 2002).
- [3]. Bhushan, Bharat. *Springer Handbook of Nanotechnology* (Springer-Verlag, 2004).
- [4]. Ed. Schmuki, Patrik. *Electrochemistry at the Nanoscale* (Springer – Verlag, 2009).
- [5]. Dieter Vollath *Nanomaterials: An Introduction to Synthesis, Properties and Applications* (Wiley-VCH, 2008)
- [6]. Lee, Yoon S. *Self-Assembly and Nanotechnology - A Force Balance Approach* (John Wiley & Sons, 2008).
- [7]. Eds.C. N. R. Rao, A. Müller, and A. K. Cheetham. *Nanomaterials Chemistry - Recent Developments and New Directions* (Wiley-VCH, 2007).

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( )

NOMBRE: **FISICA DEL ESTADO SÓLIDO.**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** La física del estado sólido es una de las disciplinas de la ciencia que se ha constituido en fundamento para el desarrollo de la tecnología moderna. El objetivo de este curso es proporcionar a los estudiantes los conocimientos básicos sobre los diversos procesos físicos que ocurren en los sólidos, para que puedan desarrollarse como investigadores en esta área de la física.

1. **Estructuras cristalinas.** Tipos de enlace. Energía de cohesión. Simetrías y redes de Bravais. Celdas unitarias y vectores primitivos. Espacio recíproco y zonas de Brillouin.
2. **Dinámica de la red.** Aproximación armónica. Aproximación adiabática. Ondas elásticas. Modos normales. Teorías de calor específico de la red.
3. **Teoría de metales.** Modelos de Drude y de Sommerfeld. Energía de Fermi y calor específico electrónico. Conducción y la ecuación de Boltzmann. Ley de Wiedemann-Franz. Aspectos básicos de superconductividad
4. **Teoría de Bandas.** Aproximación de un solo electrón. Potencial periódico y teorema de Bloch. Modelo de Kroning-Penney. Aproximación de electrones casi libres. Aproximación de amarre fuerte. Conductor, semiconductor y aislante.
5. **Semiconductores.** Semiconductores intrínsecos y extrínsecos (impurezas). Estadística de electrones y huecos (intrínsecos). Energía de ionización de centros de impurezas. Estadística de semiconductores extrínsecos.

#### Bibliografía:

- [1] Ch. Kittel, Introduction to solid state physics, 7<sup>th</sup> edition, J. Wiley & Sons, 1995.
- [2] N.W. Ashcroft and N.D. Mermin, Solid state physics, Holt-Saunders Co., 1976.
- [3] A.O.E. Animalu, Intermediate quantum theory of crystalline solids, Prentice-Hall, INC., 1977.
- [4] J.P. McKelvey, Solid state and semiconductor physics, Harper and Row 1976.
- [5] O. Navarro, Introducción a la Superconductividad, Editorial Aula Magna Vol. 11 UAS, 1997.

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )

**NOMBRE: ÓPTICA**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (ÓPTICA)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para identificar, describir y analizar los fenómenos de difracción en sistemas formadores de imágenes, sea capaz de resolver los problemas de transformación de Fourier por lentes y de coherencia temporal y espacial.

1. **Difracción en sistemas formadores de imágenes.** Difracción en la pupila de salida. Amplitud compleja en la vecindad del foco de una onda convergente. Aberración del frente de onda. Clasificación de aberraciones. Poder resolutor. Criterio de Rayleigh. Profundidad de foco. Tolerancias. Criterio de Strehl.
2. **Rejillas de Difracción.** Muestreo y replicación utilizando la función peine de Dirac. Patrones de difracción en rejillas de amplitud y de fase. Poder resolutor de una rejilla de difracción. Efecto Talbot.
3. **Transformación de Fourier por lentes.** Objeto pegado a la lente. Objeto antes de la lente. Objeto después de la lente. Formación de imágenes. Sistemas lineales espaciales. Caso coherente. Relación objeto-imagen. Caso incoherente. Función de transferencia óptica. Pupila circular sin aberraciones. Sistema óptico desenfocado.
4. **Síntesis de imágenes en el espacio de Fourier.** Teoría de Abbe. Método de contraste de fase. Filtraje espacial. Sistema 4f. Filtro derivador. Filtro de amplitud y fase (Filtro de Van der Lugt): Reconocimiento de patrones.
5. **Sección de Coherencia.** Representación de señales reales por señales complejas. Caso monocromático. Caso no monocromático. Señales de banda angosta: Envoltentes complejos. Propagación de luz no monocromática. Luz de banda angosta (cuasimonocromática).
6. **Coherencia temporal.** El interferómetro de Michelson. Descripción matemática del experimento. La densidad espectral de potencia. El teorema de Wiener-Khinchin.
7. **Coherencia espacial.** El experimento de Young. Descripción matemática del experimento. El teorema de Van Cittert-Zernike.

**Evaluación:** Será permanente y considerará la participación de los estudiantes en clase y en la exposición de temas y problemas, exámenes parciales y final, y las tareas. Todos estos elementos deberán retroalimentar la práctica docente para mejorar la eficiencia y disminuir la reprobación.

**Metodología:** Habrá exposiciones por parte del profesor utilizando tanto el pizarrón como acetatos, diapositivas, cañón o videos. También los alumnos participarán en la exposición de temas que el profesor considere pertinentes. En todo caso se promoverá la discusión y participación de los estudiantes.

**Bibliografía:**

- [1]. J. W. Goodman, "Statistical Optics", John- Wiley (1985).
- [2]. M. Bom and E. Wolf., *Principles of Optics*, Sexta edición Pergamon Press (1970).
- [3]. Klein Miles V and Furtak, Thomas E., *Optics*, segunda edición., Ed. John Wiley & Sons., USA., (1986) .
- [4]. Francon, M., *Optical Interferometry*, Academic Press, USA, segunda edición (1966).

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( X )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( x )

NOMBRE: **LABORATORIO DE ÓPTICA**

CLAVE: O

CICLO: 2-4 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (ÓPTICA)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** El Introducir el alumno a los principios básicos y más avanzados de óptica experimental. Por medio de esta materia el estudiante será capaz de diseñar, planear y ejecutar experimentos en el área de Óptica. Comprobará los fundamentos avanzados de la óptica por medio de prácticas experimentales y será capaz de diseñar, planear y ejecutar experimentos basados en sus conocimientos previos en óptica. Adicionalmente, se familiarizará con laboratorios de investigación en el área de la óptica operando adecuadamente equipo de investigación.

## EXPERIMENTOS

**Lentes Delgadas e Instrumentos Ópticos.** Objetivo: Analizar la formación de imágenes por lentes delgadas. Obtener experimentalmente la Fórmula de Gauss. Construcción de un instrumento de visión cercana (microscopio).

**Polarización. Ley de Malus.** Objetivo: Analizar experimentalmente las propiedades de la polarización de la luz.

**Polarización II. Reflexión TM.** Objetivo: Medición de la curva de la Reflexión paralela para la determinación del ángulo de Brewster.

**Interferencia I. Experimento de Young.** Objetivo: Analizar el fenómeno de interferencia de frente de onda mediante el experimento clásico de Young. Medición de la longitud de onda media de un frente luminoso.

**Interferencia II. Interferencia de dos haces.** Objetivo: Medición del ángulo de inclinación de dos caras de vidrio plano-paralelas.

**Interferómetro de Michelson y de Fabry-Perot.** Objetivo: Estudiar los principios de operación de dos de los interferómetros más comunes, mostrando algunas de sus aplicaciones más importantes.

**Difracción. Difracción por abertura circular.** Objetivo: Estudiar las características de la difracción de Fraunhofer mediante los patrones de difracción producidos una abertura circular.

**Red de Difracción.** Objetivo: Conocer y entender una red de difracción e introducir al campo de la espectroscopia.

**Radiación Láser.** Objetivo: Estudiar los fundamentos de la óptica moderna por medio de la utilización y comprensión del funcionamiento de un láser. Medición de las características de un láser He-Ne.

*Espectroscopía y Holografía.*

## Bibliografía:

- [1]. G.R. Fowles , *Introduction to Modern Optics*, Dover, 1986.
- [2]. E. Hecht y A. Zajac, *Óptica*, Addison-Wesley Tercera Edición, 1986.
- [3]. D. Malacara, *Óptica Básica*, Fondo de Cultura Económica, 1989.
- [4]. W.J. Smith, *Modern Optical Engineering*, Robert E. Ficher and Warren J. Smith, Series Editors, Second Edition, 1990.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( )
Exámenes finales	( )
Trabajos y tareas fuera del aula	( )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( X )
Otras:	( X )

**NOMBRE: PROPIEDADES FÍSICAS DE MATERIALES**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** El objetivo general del curso es que el alumno esté capacitado para poder interpretar y medir las propiedades físicas de los materiales.

1. **Propiedades mecánicas de los materiales.** Estructura de los Materiales. Teoría de la nucleación y cinética de Crecimiento. Fronteras de grano y lugares vacantes. Teorías de dislocaciones y fenómenos de deslizamiento. Maclado, deformación y Fractura Termofluencia.
2. **Propiedades eléctricas de los materiales.** Fenómenos de polarización dieléctrica. Campo eléctrico en el interior de un dieléctrico: Inducción eléctrica. Campo total. Mecanismos de polarización. Relación entre polarización y constante dieléctrica. Constante dieléctrica compleja. Fenómenos de relajación y resonancia Materiales ferroeléctricos, piroeléctricos y piezoeléctricos. Aplicaciones. Estudio de las propiedades conductoras de los materiales. Bandas de energía en sólidos. Conducción eléctrica en los sólidos. Semiconductores intrínsecos. Semiconductores extrínsecos. Localización del nivel Fermi en semiconductores. Diodos semiconductores y transistores. Materiales superconductores. Aplicaciones.
3. **Propiedades magnéticas de los materiales.** Conceptos fundamentales. Campo magnético en el vacío. Campo magnético en la materia. Inducción electromagnética y energía magnética. Magnetismo de la materia. Origen microscópico del magnetismo. Magnetismo lineal. Diamagnetismo. Paramagnetismo. Efectos cooperativos en magnetismo: Ferromagnetismo. Antiferromagnetismo y Ferrimagnetismo Magnetismo técnico. Anisotropías magnéticas. Materiales magnéticos tecnológicos y materiales magnéticos blandos.
4. **Propiedades ópticas de los materiales.** Naturaleza de la radiación electromagnética. Energía, frecuencia, longitud de onda e intensidad de una onda electromagnética. Espectro electromagnético. Luz monocromática, luz polarizada y luz natural. Interacción de la luz con la materia: Reflexión, absorción, luminiscencia y dispersión o esparcimiento. Instrumentos ópticos para la espectroscopia de materiales. Fuentes de luz. Detectores de radiación. Análisis y descomposición de la luz. Espectroscopia de absorción, Espectroscopia de emisión. Espectroscopia de vidas medias. Reflectividad.
5. **Técnicas de caracterización.** Equipos básicos para el estudio de los materiales Sistemas de vacío. Producción y medidas de bajas temperatura. Medida de propiedades termomecánicas. Ensayos termomecánicos. Medidas magnéticas. Medidas dieléctricas. Medidas ópticas. Absorción y Emisión atómica. Cromatografía. Análisis térmico. Espectroscopia IR. Visible y U.V. Espectroscopia Raman. Resonancia Magnética Nuclear.

**Bibliografía:**

- [1] J. M Albella, "Introducción a la ciencia de materiales, técnicas de preparación y caracterización ". Ed C.S.I.C.  
 [2] Robert E. Reed Hill, "Metalurgia Física", Ed. CECSA  
 [3] D.A. Long " Raman Spectroscopy" McGraw-Hill, Nueva York (1977)  
 [4] B. D. Cullitz "Introduction to magnetic materials" Addison- Wesley Publishing Co. Reading Massachusetts 1972  
 [5] Morcillo, J. y Madroñero, R. Aplicaciones prácticas de la espectroscopia I.R ed. Santillana 1962.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )

Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( X )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( x )

**NOMBRE: FENÓMENOS INTERFACIALES**

CLAVE: O

CICLO: SEGUNDO SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Proveer al estudiante con el conocimiento fundamental requerido para comprender el comportamiento de superficies e interfaces. Hacer de su conocimiento las técnicas experimentales y teóricas modernas utilizadas para caracterizar y estudiar superficies e interfaces. Enseñarle la forma de aplicar este conocimiento para el estudio de fenómenos novedosos y el desarrollo de tecnología.

1. **Introducción a las superficies e interfaces.** Líquidos y superficies líquidas; Sólidos y superficies sólidas. Relación de área a volumen y energía libre superficial.
2. **Interacciones moleculares.** Fuerzas intramoleculares. Fuerzas y potenciales intermoleculares. Interacciones coulombicas. Interacciones ion-dipolo y dipolo-dipolo. Interacciones entre dipolos inducidos y permanentes. Interacciones de van der Waals. Potenciales de Lennard-Jones. Enlace de hidrógeno. Interacciones hidrofóbicas e hidrofílicas.
3. **Termodinámica de interfases.** Introducción a la termodinámica de interfases. Interface de Gibbs y funciones de exceso. Fenómenos de adsorción. Condiciones de equilibrio en interfases múltiples. Relación entre parámetros termodinámicos y fuerzas intermoleculares.
4. **Superficies líquidas puras.** Transiciones de fase en líquidos puros. Ecuación de Young-Laplace. Capilaridad. Variación de la tensión superficial con la temperatura y la presión. Condensación capilar y nucleación.
5. **Superficies de soluciones líquidas.** Equilibrio. Funciones termodinámicas de exceso y mezclado. Soluciones que contienen surfactantes solubles. Termodinámica de adsorción de monocapas solubles de Gibbs en superficies líquidas. Monocapas de Langmuir de materiales insolubles sobre superficies líquidas. Micelas, bicapas, vesículas, liposomas, membranas celulares y micelas invertidas, microemulsiones.
6. **Determinación experimental de la tensión superficial en superficies e interfaces líquidas.** Método de la capilaridad. Método de la gota colgante. Método de la presión máxima de burbuja. Método del anillo. Métodos aplicables a interfases. Microtensiometría. Medidas sobre metales fundidos. Efectos de surfactantes.
7. **Energía potencial de interacción entre partículas y superficies.** Fuerzas entre partículas y entre moléculas, diferencias y similitudes. Interacciones de van der Waals entre cuerpos macroscópicos. Cálculos de constante de Hamaker. Medias experimentales de las constantes de Hamaker. Efectos del solvente.
8. **Superficies sólidas.** Propiedades generales de superficies sólidas. Tensión y energía libre superficial de superficies sólidas. Adsorción. Isotherma de Langmuir. Isotherma de adsorción B.E.T. Termodinámica de la adsorción. Efectos catalíticos de superficies.
9. **Angulo de contacto.** Ecuación de Young. Medidas de ángulos de contacto y su dependencia con la temperatura. Angulo de contacto para polvos. Hysteresis en medidas de ángulo de contacto. Tensión superficial de sólidos a partir de medidas de ángulo de contacto.
10. **Aplicaciones.** Adsorción; Detergencia; Microemulsificación; Flotación; Coagulación.

**Bibliografía:**

- [1]. Husnu Yildirim Erbil. Surface chemistry of solid and liquid interfaces. Blackwell Publishing Ltd. 2006.  
 [2] Arthur W. Adamson y Alice P. Gast. Physical Chemistry of surfaces. John Wiley & Sons, 1997.  
 [3]. Paul C. Hiemenz y Raj Rajagopalan. Principles of Colloid and Surface Chemistry. Marcel Dekker, 1997.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( X )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( x )

NOMBRE: **ELECTROQUÍMICA**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Proveer al estudiante con un conocimiento avanzado de los fundamentos de la electroquímica y conocimiento práctico de la gran variedad de técnicas experimentales disponibles para el estudio de la transferencia de electrones a través de interfaces.

- 1. Conceptos fundamentales de electroquímica.** Corrientes eléctricas y conductores iónicos. Procesos Faradaicos. Doble capa eléctrica. Electrocapilaridad.
- 2. Potenciales de electrodo.** Diferencia de potencial interfacial. Corriente de intercambio. Potencial de circuito abierto. Potencial de electrodo. Voltaje de celda. Potencial electroquímico.
- 3. Termodinámica de sistemas electroquímicos.** Funciones termodinámicas en electroquímica. Actividad termodinámica. Ecuaciones para la fuerza electromotriz en celdas galvanicas. Dependencia del potencial de electrodo de la concentración de especies.
- 4. Reacciones de electrodo y propiedades interfaciales.** Voltametría Cíclica. Mecanismos de reacción. Espectroscopia electroquímica. Microscopía electroquímica de barrido. Microbalanza de cristal de cuarzo. Espectroscopía de impedancia electroquímica.
- 5. Técnicas de potencial controlado.** Cronoamperometría. Polarografía. Voltametría pulsada. Voltametría AC.
- 6. Consideraciones prácticas.** Celdas electroquímicas. Solventes y electrolitos de soporte. Remoción de oxígeno. Instrumentación. Electrodo de trabajo, electrodo de mercurio, electrodos sólidos, electrodos de disco rotatorio y cilindro rotatorio, electrodos químicamente modificados, microelectrodos.
- 7. Potenciometría.** Principios de medidas potenciométricas. Electrodo de ion selectivo. Medidas potenciométricas en línea, en sitio y en vivo.

#### Bibliografía:

- [1]. Allen J. Bard y Larry R. Faulkner. Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons Inc. 2001.
- [2]. Joseph Wang. Analytical electrochemistry. John Wiley & Sons Inc. 2006.
- [3]. John O'M. Bockris, Amulya K. N. Reddy, y María Gamboa-Aldeco. Modern Electrochemistry, Fundamentals of Electrode Processes. Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2000.
- [4]. Vladimir Sergeevich Bagotsky. Fundamentals of electrochemistry. John Wiley & Sons Inc. 2006.
- [5]. Evgenij Barsoukov y J. Ross Macdonald. Impedance Spectroscopy: Theory, Experiment, and Applications. John Wiley & Sons Inc. 2005.

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )

Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( X )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( x )

**NOMBRE: ESTADÍSTICA APLICADA**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en Estadística aplicada.

**1.-Inferencia estadística.** Distribución muestral de una estadística. Principios de la inferencia clásica. Ejemplos de Estadísticas. Inferencia Estadística. Inferencia Bayesiana. Estimación de Parámetros: Estimadores sin sesgo, eficientes, consistentes. El Método de Máxima Verosimilitud. Ejemplos de Estimadores. Intervalos de Confianza: distribución normal, binomial y arbitraria.

**2.-Pruebas de Hipótesis estadísticas.** Alternativas y tipos de errores. Aplicación a la distribución normal. Comparación de Variancias de distribuciones normales. Pruebas óptimas. Lema de Neyman-Pearson. Razón de verosimilitud. El método de mínimos cuadrados, regresión lineal y multilínea. Intervalos de Confianza. Curva de regresión no lineal.

**3.-Análisis de Correlación y Errores.** Coeficientes de correlación de muestras y poblaciones. Intervalos de confianza. Errores de Medición. Media ponderada. Observaciones indirectas. Análisis de regresión. Métodos no paramétricos. Pruebas para la mediana y la tendencia. Aleatoriedad en muestras. Prueba de igualdad de distribuciones. Prueba de rango para dos muestras.

**4.-Funciones de Decisión y Ejemplos.** Problemas de decisiones. Pérdida y Riesgo. Procedimiento teórico de decisiones. Pérdidas y Utilidades. Principios Minimax y de Bayes para escoger funciones de decisión. Observaciones Generales y Ejemplos prácticos. Aplicación al Petróleo.

**5.-Naturaleza y Manipulación de Datos estadísticos.** Datos cuantitativos y cualitativos y su representación. Análisis por Series de Tiempo. Coeficientes de Correlación. Presentaciones Tabular y Diagramática de datos cualitativos y cuantitativos. Pruebas estadísticas para datos cuantitativos y cualitativos. Análisis de la variancia y regresión. Modelado de Datos Geológicos.

**6.-Análisis Estadístico con Series de Tiempo.** Modelos estacionarios con Series de Tiempo. Ejemplos: AR, AM y ARMA. Modelos no estacionarios: ARIMA, SARIMA. Modelos Univariados y Multivariados. Estimación muestral. Covariancia. Estimación de Parámetros. Algoritmos de Autoregresión. Residuos y Diagnósticos.

#### **Bibliografía:**

- [1]. Coleman, R. (1986). "Procesos Estocásticos". Vol. 14, Editorial Limusa. México, D.F.
- [2]. Lindgren, Bernard W. (1976). "Statistical Theory", 3rd. Edit. Macmillan Pub.Co.
- [3]. Kreyszig, Edwin. (1973). "Introducción a la Estadística Matemática". Limusa-Wiley.

#### **Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )

#### **Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )

**NOMBRE: ELEMENTOS FINITOS**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en las numéricas usando Elementos Finitos.

**1.-Introducción.** Hipótesis de discretización. Funciones de interpolación. Expresión de las deformaciones unitarias. Relación tensión-deformación unitaria. Ecuación de equilibrio de un elemento. Ecuación de equilibrio del conjunto. Minimización de la energía potencial. Cálculo de tensiones. Criterios de convergencia.

**2.-Modelos 1D.** Estructuras de barras.

**3.-Modelos de potencial.** Electrostática, transmisión de calor, flujo en medios porosos.

**4.-Elasticidad lineal.** Formulaciones fuerte y variacionales.

**5.- Elasticidad 2D, modelos axilsimétricos y tridimensionales.**

**6.-Elementos isoparamétricos.** Elementos 2D triangulares y cuadriláteros.

**7.-Elementos3D.** Cuadraturas. Convergencia y Estabilidad del MEF. Elementos mixtos y elementos mejorados.

**8.-Generación de mallas, pre y post-proceso de resultados.**

**9.- Modelos estructurales.** Vigas.

**10.- Problemas parabólicos e hiperbólicos.**

#### Bibliografía:

[1]. The Finite Element Method Vol. 1: The Basics, O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, Oxford: Butterworth Heinemann, 2000.

[2].The Finite Element Method Vol. 2: Solid Mechanics, O. C. Zienkiewicz, R. L. Taylor, Oxford: Butterworth Heinemann, 2000.

[3]. Cálculo de Estructuras por el Método de los Elementos Finitos, E. Oñate, CIMNE, 1992.

[4]. Finite Element Procedures in Engineering Analysis, K. J. Bathe, Prentice-Hall, 1996.

[5]. Non-linear Finite Element Analysis of Solids and Structures, M. A. Crisfield, John Wiley and Sons, 1991.

[6]. The Finite Element Method for Engineers, K. H. Huebner, E. A. Thornton, T. Byrom, 3ª edición, John Wiley and Sons, 1995.

[7]. Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, T. Belytschko, W. K. Liu, B. Moran, John Wiley & Sons, 2000.

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )
Otras:	( )

**NOMBRE: ECUACIONES DIFERENCIALES APLICADAS**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en Ecuaciones Diferenciales ordinarias y parciales.

**1.- Ecuaciones diferenciales ordinarias.** Estabilidad de soluciones de ecuaciones y sistemas. Teoría de perturbaciones. Dinámica no lineal. Bifurcaciones.

**2.-Introducción a ecuaciones parciales.** Derivación de ecuaciones de onda, calor y Laplace. Características y ecuaciones del primer orden. Separación de variables.

**3.-El problema de Sturm-Liouville, series e integrales de Fourier.** El problema de Sturm-Liouville. Ecuaciones integrales. Funciones especiales (Bessel, polinomios ortogonales).Series e integrales de Fourier. Aplicaciones.

**4.-Ecuaciones elípticas.** Teoría de potencial. Funciones generalizadas, funciones de Green, soluciones fundamentales. Aplicaciones.

**5.-Propagación de ondas.** Soluciones de la ecuación de ondas en 1, 2 y 3 dimensiones. Ecuación de Helmholtz y condiciones de radiación. Ecuaciones de ondas no lineales, solitones.

**Bibliografía:**

- [1]. Kreyszig E. Advanced Engineering Mathematics. 10th edition.Wiley, 2011.
- [2].James G. et al. Advanced Modern Engineering Mathematics. 4<sup>th</sup> edition Pearson, 2011.
- [3]. Jeffrey A. Advanced Engineering Mathematics. Academic, 2002.
- [4]. Courant R., Hilbert D. Methods of Mathematical Physics. Wiley, 1989.
- [5]. Vladimirov V.S. Equations of mathematical physics. Mir, 1984.
- [6]. Tjonov A.N., Samarsky A.A. Ecuaciones de la física matemática. Mir, 1972.
- [7]. Holmes M.H. Introduction to perturbation methods. Springer, 1995.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )

**NOMBRE: DINÁMICA NO LINEAL Y CAOS.**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Que el estudiante maneje los conocimientos de teorías del caos y comprenda sus principios, ecuaciones y fundamentos para resolver los problemas básicos de caos cuántico.

1. **Fenomenología del Caos.** Sistemas lineales y no lineales. Un sistema eléctrico no lineal. Modelo matemático de crecimiento biológico de la población. Un modelo de convección.
2. **Dinámica en el espacio de estados: Una y dos dimensiones.** Espacio de estados. Sistemas descritos por ecuaciones diferenciales de primer orden. Espacio de estados en una y dos dimensiones. Dinámica y valores característicos complejos. Análisis de estabilidad lineal. Clasificación de puntos fijos. Ciclos límite. Teorema de Poincaré-Bendixson. Introducción a la Teoría de bifurcaciones. Ejemplos y aplicaciones.
3. **Flujos en tres dimensiones y caos.** Rutas hacia el caos. Sistemas dinámicos en tres dimensiones. Puntos fijos en tres dimensiones. Ciclos límite y secciones de Poincaré. Exponentes de Liapunov y caos. La universalidad del caos. Atractores extraños.
4. **Sistemas Hamiltonianos.** Ecuaciones de Hamilton y la Hamiltoniana. Espacio Fase. Constantes de movimiento y Hamiltonianas integrables. Sistemas integrables y no integrables, el teorema de KAM. Caos Hamiltoniano. Hamiltoniano de Hénon\_Heiles. Aplicaciones de dinámica Hamiltoniana.
5. **Caos cuántico y otros tópicos.** Mecánica cuántica y caos. Formación de patrones y caos espacio temporal. Fluidos 2-dimensionales. Convección de fluidos. Teoría colineal débil. Ecuaciones de amplitud. El sistema de Rayleigh- Benard. Fractales.

**Bibliografía:**

- [1]. Robert C. Hilborn, *Chaos and Nonlinear Dynamics, an Introduction for Scientists and Engineers*, Oxford University Press (1994)
- [2]. J. M. T. Thompson and H. B. Stewart, *Nonlinear Dynamics and Chaos*, WILEY.
- [3]. Edward Ott, *Chaos in Dynamical Systems*, Cambridge University Press.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )

NOMBRE: **FENÓMENOS DE TRANSPORTE.**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN INGENIERÍA, DOCTOR EN CIENCIAS

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Que el estudiante adquiriera el conocimiento necesario sobre los fenómenos de transporte principalmente de masa y calor así como las leyes de conservación que le permitan establecer modelos simples en los sistemas físicos y biológicos. El transporte de momento se trata someramente ya que corresponde propiamente a la dinámica de fluidos.

1. **Introducción.** Hipótesis del continuo. Teoría molecular del transporte. Difusión, convección y radiación. Leyes de conservación y balance. Fuerzas y flujos generalizados. Ecuación de transporte. Ecuaciones adimensionales.
2. **Transporte de momentum.** Fluidos. Flujos laminares. Viscosidad de un fluido. Efectos de la temperatura y presión. Ley de Newton. Balance de momento entre capas. Perfil de velocidad. Flujo a través de obstáculos. Ecuación de continuidad. Ecuación de movimiento. Ecuación para la energía y el momento angular. Derivada sustancial. Análisis dimensional de las ecuaciones. Problema numérico: flujo laminar inestable en un tubo circular.
3. **Transporte de calor.** Ley de Fourier. Conductividad térmica. Dependencia de la temperatura y presión. Balance de energía. Conducción de calor estacionaria. Paredes cilíndricas y esferas. Distribuciones de temperatura. Conducción de calor no estacionaria. Transferencia de calor en un medio finito. Transferencia de calor por convección en cilindros. Transferencia de calor por convección alrededor de obstáculos. Transferencia de calor durante condensación y ebullición. Problema numérico: transferencia de calor en un impulsor circular.
4. **Transporte de masa.** Ley de Fick. Coeficiente de difusión. Dependencia de la temperatura y presión. Balance de masa. Difusión estacionaria. Distribuciones de concentración. Transferencia de masa con convección forzada. Transferencia de masa en flujos laminares y turbulentos. Transferencia de masa con reacciones químicas homogéneas. Difusión en suspensiones y polímeros. Absorción de gases. Evaporación de líquidos. Transporte de masa y calor simultáneo: secado. Problema numérico: transferencia de masa con convección y difusión simultánea.

#### Bibliografía:

- [1]. R. Byron Bird, Warren E. Stewart, Edwin N. Lightfoot, *Transport Phenomena*, John Wiley (2002)
- [2]. The Staff of REA, *Transport Phenomena Problem Solver* (1991).
- [3]. W.J. Thompson, *Introduction to Transport Phenomena*, Prentice Hall, (2000)
- [3]. J. Bear and Y. Bachmat, *Introduction to Modeling of Transport Phenomena in Porous Media*, Kluwer Academic Publishers (1991).

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( X )

NOMBRE: **MECÁNICA DE FLUIDOS.**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para modelar y resolver problemas en el área de Mecánica de Fluidos.

1. **Generalidades.** Hipótesis del continuo. Teoría molecular del transporte. Fuerzas volumétricas y superficiales. Conceptos termodinámicos. Líquidos y gases. Condiciones de frontera entre medios diferentes.
2. **Dinámica de un fluido.** Campos de flujo y leyes de conservación. Derivada material. Distribuciones de velocidad sin vorticidad. Flujos irrotacionales e incompresibles en dos y tres dimensiones. Potencial complejo. Campo de velocidad con vorticidad. Fuentes y sumideros. Distribuciones de vorticidad. Integrales materiales en un fluido. Ecuación de momento. Ecuación constitutiva en fluidos newtonianos. Ecuaciones de Navier-Stokes. Energía interna de un fluido. Teorema de Bernoulli. Conjunto de ecuaciones para el movimiento de un fluido.
3. **Fluido incompresible viscoso.** Flujos uniformes. Fluidos rotantes. Jets uniformes. Similitud y el número de Reynolds. Lubricación. Colado a través de medios porosos. Flujos en esquinas. Movimiento de cuerpos en fluidos. Suspensiones diluidas.
4. **Efectos de la viscosidad.** Dinámica de vórtices. Vorticidad en un fluido no viscoso. Flujos generados por superficies. Capas de frontera. Arrastre sobre burbujas en fluidos.
5. **Fluidos irrotacionales.** Ecuaciones de movimiento y su integración. Flujos estables (teoremas de Bernoulli y del momentum). Flujo causado por movimiento de cuerpos. Potencial complejo en dos dimensiones. Alas y alerones. Impactos de cuerpos en superficies de líquidos. Burbujas. Cavitación. Jets uniformes.

#### Bibliografía:

- [1]. G.K. Batchelor, *An Introduction to Fluid Dynamics*, Cambridge UP (2002),
- [2]. D.J.Tritton, *Physical Fluid Dynamics*, Oxford Science Publications (1988).
- [3]. O. Kolditz, *Computational Methods in Environmental Fluid Mechanics*, Springer-Verlag (2002).
- [4]. J. Tannehill, *Computational Fluid Mechanics And Heat Transfer*, Taylor and Francis (1997)
- [5]. Ira M. Cohen, Pijush K. Kundu, *Fluid Mechanics*, Academic Press (2004)
- [6]. A.J. Smits, *Mecánica de fluidos*, Alfaomega (2003)

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( X )

NOMBRE: **ELEMENTOS DE FRONTERA**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** El alumno aprenderá a plantear y resolver problemas prácticos en la Física de Medios Continuos con modelos matemáticos empleando ecuaciones en derivadas parciales (EDP). Adquirirá las técnicas de resolución numérica de EDP más avanzadas como son los Elementos de Frontera, apoyándose en lenguajes de programación como *Mathematica*, MatLab y FORTRAN- 90 o C++

- 1. Requisitos Matemáticos Preliminares.**Algebra Lineal Numérica. Matrices llenas sin Estructura. El Teorema General de Stokes. Clasificación de Ecuaciones en Derivadas Parciales. Valor inicial y condiciones de frontera. Los Teoremas de Green. La Distribución de Dirac en 1D, 2D y 3D. Aproximación con Polinomios. Bases y Espacios Funcionales. Integración Numérica de Integrales de Línea. Cuadraturas de Gauss. Programación Básica con *Mathematica* y en Matlab.
- 2. Las Integrales de Contorno en la Solución de Ecuaciones en Derivadas Parciales.**Breve Introducción Histórica a los Elementos de Frontera. Modelos de Interpolación en 1, 2 y 3 dimensiones. Mallas de Frontera. La Solución Fundamental para la Ecuación de Laplace y de Poisson en 2D. El Método de Superficies y Volúmenes Finitos Integrados (SVFI).
- 3. Elementos de Frontera en la Solución de Ecuaciones en Derivadas Parciales.**Soluciones Fundamentales en Dominios Finitos e Infinitos. Problemas de Potencial Aplicados: Ecuaciones de Laplace y de Poisson. Solución de Problemas en Elasticidad Lineal. Problemas Térmicos. Solución de la ecuación de Helmholtz y las Olas en el Océano. Flujo Subterráneo en Medios Porosos Anisotrópicos.
- 4. Elementos de Frontera en la Deformación Elástica de Medios Continuos.** Las Leyes Fundamentales de Conservación en Medios Elásticos. Desplazamiento Vectorial. Tensores de Esfuerzos y Deformaciones. Las Ecuaciones Elásticas Fundamentales con Elementos de Contorno. Problemas selectos de Elasticidad y Termoelasticidad en 2D.

#### Bibliografía:

- [1] Haberman, R. (1983). "Elementary Applied Partial Differential Equations". Prentice-Hall,  
 [2] Kythe, P. (1995). "An Introduction to Boundary Element Methods". CRC Press. New York  
 [3]Wolfram, S. (1992).*Mathematica*, a System for Doing Mathematics by Computer. 2<sup>nd</sup> Edition,  
 [4] Subrata, M. y Mukherjee, Y. (2005). "Boundary Methods: Elements, Contours and Nodes". Taylor

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )

NOMBRE: **FENÓMENOS CRÍTICOS**

CLAVE: O

CICLO: SEGUNDO-TERCER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICO/MATEMÁTICAS)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Que el estudiante adquiera la habilidad y capacidad suficiente para resolver problemas básicos en transiciones de fase y fenómenos críticos.

**1.- Principios de la termodinámica.** Leyes de la termodinámica. Potenciales termodinámicos. Relaciones de Maxwell.

**2.- Estabilidad de sistemas termodinámicos.** Estabilidad intrínseca de sistemas termodinámicos. Condiciones de estabilidad para potenciales termodinámicos. Consecuencias físicas. Efectos cualitativos de fluctuaciones

**3.-Transiciones de fase de primer orden.** Introducción y definiciones. Discontinuidad en la entropía-calor latente. Curvas de coexistencia. Ecuación de van der Waals. Ecuación de Clapeyron. Isotermas inestables. Transiciones de fase de primer orden. Atributos generales de las transiciones de primer orden. Sistemas binarios. Transiciones de fase en sistemas multi-componentes. Diagramas de fase. Aplicaciones.

**4.-Fenómenos críticos.** Termodinámica en la vecindad de un punto crítico. Divergencia y estabilidad. Teoría de Landau. Parámetros de orden y exponentes críticos. Escalamiento y universalidad.

**5.-Tópicos especiales (Opcional).** Modelo de Ising. Teoría de Ginsburg-Landau. Escalamiento de Widom y Kadanoff. Grupo de Renormalización. Puntos fijos.

#### Bibliografía:

- [1]. M. W. Zemansky, *Calor y Termodinámica*, Mc Graw-Hill.
- [2]. H. B. Callen, *Thermodynamics 2nd Ed.*, John Wiley & Sons, 1985.
- [3]. A. B. Pipard, *Elements of classical thermodynamics*, CUP, 1981.
- [4]. L. E. Reichl, *Statistical Physics*, John Wiley & Sons, 1998.
- [5]. M. Le Bellac, *Quantum and Statistical Field Theory*, Clarendon Press, Oxford, 1997.
- [6]. N. Goldenfeld, *Lectures on phase transitions and the renormalization*, Addison Wesley, 1992.

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( )
Prácticas de campo	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( )

**NOMBRE: INTERACCIÓN RADIACION-MATERIA**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 semestre.

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS O INGENIERÍA

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Preparar al estudiante para realizar experimentos de determinación de la radiactividad natural y artificial, según las necesidades y las posibilidades a su alcance. Entender los fundamentos fenomenológicos de la radiactividad y las reacciones nucleares que después se aplican en los detectores, en las técnicas nucleares y en la protección radiológica. Entender los mecanismos de interacción de la radiación ionizante que producen efectos detectables por los instrumentos y efectos dañinos a los sistemas vivos. Conocer la estructura general de detección de la radiación ionizante. Entender y saber aplicar las definiciones fundamentales para caracterizar un experimento de detección de la radiación ionizante. Conocer el funcionamiento y las aplicaciones principales de los detectores gaseosos en los experimentos con radiación ionizante. Conocer las características generales de la función de respuesta que produce cualquier detector espectrométrico de radiación gamma, las relaciones entre las posiciones y las formas de los picos y el fondo en los espectros, a partir de los mecanismos de interacción de la radiación gamma en los materiales. Conocer la detección de rayos gamma mediante la luminiscencia producida por la ionización y su conversión a pulsos eléctricos mediante el fotoefecto combinado con la multiplicación electrónica. Conocer la detección de radiación ionizante mediante la ionización de la zona empobrecida y la generación y colección de portadores. Comprender el origen de la gran resolución energética de los detectores de semiconductores, en comparación con los gaseosos y los de centelleo. Aplicaciones de los detectores semiconductores a la medida de la radiactividad. Entender la función que realizan las diferentes etapas de procesamiento de los pulsos que salen de un detector hasta la producción de un espectro.

**1.-Introducción de Física Nuclear.** Masa y energía. Sistemas cuánticos. Producción de rayos X. El núcleo atómico y algunas de sus características. Radiactividad. Ley experimental de la radiactividad y actividad instantánea. Desintegraciones sucesivas. Radiactividad alfa. Radiactividad beta. Radiactividad gamma. Reacciones nucleares. Reacciones de fisión y fusión nucleares. Práctica de Laboratorio: Período de semidesintegración.

**2.- Interacción de la radiación ionizante con los materiales.** Partículas cargadas pesadas. Electrones y positrones. Rayos X y gamma. Neutrones. Radiología digital y evaluación asistida por computadora. Práctica de Laboratorio: Absorción de la radiación gamma por los materiales.

**3.- Modelo general de un detector.** Función de respuesta de un detector. Resolución. Eficiencia. Estadística de conteo y errores aleatorios. Prácticas de Laboratorio: Medición de radiación. Fluctuaciones estadísticas y errores de medición de la radiación.

**4.-Detectores gaseosos.** Regímenes de trabajo. Eficiencia y características de conteo para diferentes voltajes de polarización. Detectores de partículas cargadas. Ventanas de entrada. Cámaras de ionización, modo de pulsos y modo continuo. Uso en dosimetría. Detector proporcional, coeficiente de multiplicación. Detector Geiger Muller, apagado, tiempo muerto. Práctica de Laboratorio: El detector Geiger Muller.

**5.-Función de respuesta de los detectores de rayos gamma.** Fotopico, continuo y borde de Compton. Picos de escape simple y escape doble.

**6.-Detectores de Centelleo.** Tubo fotomultiplicador electrónico. Fotocátodo, dinodos, multiplicación electrónica. Detector de Ioduro de sodio (NaI), mecanismo de fluorescencia. Número de portadores y resolución energética. Eficiencia y resolución. Detector de arrastres para rayos gamma. Aplicaciones de los detectores de centelleo en la medida de la radiactividad. Práctica de Laboratorio: Estudio de la forma de un espectro simple. Determinación de la eficiencia y la resolución del detector.

**7.-Sistemas espectrométricos.** Fuente de alimentación. Preamplificadores. Amplificadores. Contadores. Espectrómetros monocanales y multicanales.

**Bibliografía:**

- [1] Radiation Detection and Measurements Knoll, G. F. John Wiley & Sons, 2000.  
 [2] Measurement and Detection of Radiation Tsoufanidis, N. Taylor & Francis 1995.  
 [3] Handbook of Radioactivity Analysis Michael F. D'Annunziata. Academic Press.  
 [4] Atoms, Radiation and Radiation Protection J.E. Turner Wiley 1995.  
 [5] Practical Applications of Radioactivity Analysis and Nuclear Reactions, G.C. Lowenthal and P.L. Airey, Cambridge University Press, 2001.  
 [6] Introducción a la Física Nuclear, Juan Azorín Nieto Universidad Autónoma Metropolitana, 2003.  
 [7] Environmental Radioactivity from Natural, Industrial and Military Sources, Eisenbud, M., Gessel, T., Academia Press, 1997.  
 [8] Radioactivity in the Environment, Valkovic, V., Elsevier Health Science, 2000.  
 [9] Radiation protection, J. Shapiro, Harvard University Press, 2002.  
 [10] Introduction to Radiological Physics and Radiation Dosimetry, F.H. Attix Wiley, 1986.  
 [11] Physics for Radiation Protection, J.M. Martín Wile, 2002.  
 [12] Dyson, N.A., *X-Rays: In atomic and nuclear physics*. 2a edición. Cambridge University Press. 1990.  
 [13] Gold, R.H. *et al. RadioGraphics*. 10: 1111-1131. 1990.

**Técnicas de enseñanza sugeridas**

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( X )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( )
Trabajos de investigación	( )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

**Elementos de evaluación sugeridos**

Exámenes parciales	( )
Exámenes finales	( )
Trabajos y tareas fuera del aula	( )
Participación en clase	( X )
Asistencia	( X )
Otras:	( )

NOMBRE: **INSTRUMENTACIÓN**

CLAVE: O

CICLO: TERCER SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Dotar al estudiante del conocimiento y experiencia básicos para que pueda desarrollar instrumentación controlada por computadora.

### 1) Introducción a sistemas de adquisición de datos

- 1.1 Introducción y aplicaciones en adquisición de datos del lenguaje de programación gráfico "LabView"
- 1.2 Programación y uso del puerto paralelo de las PCs
- 1.3 Programación y uso del puerto GPIB de las PCs
- 1.4 Programación y uso del puerto RS-232 de las PCs

### 2) Adquisición de datos mediante varios equipos

- 2.1 Interfaz entre la PC y el osciloscopio digital mediante puerto GPIB y el puerto RS-232
- 2.2 Interfaz entre la PC y un Lock-In mediante puerto GPIB y el puerto RS-232
- 2.3 Interfaz entre la PC y un espectroscopio de impedancias mediante GPIB
- 2.4 Interfaz entre la PC y un monitor de temperatura por el puerto RS-232

### 3) Instrumentación NIM y CAMAC

- 3.1 Uso de módulos NIM en sistemas electrónicos de adquisición de datos
- 3.2 Programación de módulos CAMAC
- 3.3 Desarrollo de un sistema de adquisición completo para contar pulsos lógicos, digitalizar cargas y medir tiempos con electrónica CAMAC

### 4) Introducción a la electrónica digital moderna

- 4.1 Introducción a las FPGA (Field Programmable Gate Arrays)
- 4.2 Introducción al lenguaje de programación "VHDL"
- 4.3 Programación de FPGAs
- 4.4 Interface de FPGAs a la PC usando los puertos paralelo y RS-232

#### Bibliografía:

- [1]. Gary W. Johnson, Labview Graphical Programming: Practical Applications in Instrumentation and Control, McGraw-Hill (Tx); 2 Pap/Cdr edition (1997)
- [2]. R.A. Penfold, Interfacing P.C.'s and Compatibles, Bernard Babani Publishing (1992)
- [3]. Tutoriales de LabView existentes en la red por ej. [http://www.gte.us.es/~galvan/ie\\_4t/tutorial%20de%20labview.pdf](http://www.gte.us.es/~galvan/ie_4t/tutorial%20de%20labview.pdf)
- [4]. Manual de el kit de evaluación Spartan 3, [www.xilinx.com](http://www.xilinx.com), [www.digilent.com](http://www.digilent.com)
- [5]. Tutoriales de VHDL existentes en la red
- [6]. Guía del puerto paralelo: <http://www.lvr.com/parport.htm>
- [7]. Información disponible en la red sobre uso de los puertos serial, gpib, usb y ethernet

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( X )

**NOMBRE: DETECTORES DE RADIACIÓN IONIZANTE.**

CLAVE: O

CICLO: 2-3 SEMESTRE

PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS (FÍSICA)

HRS./SEM.: 4

**Objetivo:** Dotar al estudiante del conocimiento y experiencia básicos para trabajar con detectores de radiación ionizante

**1) Interacción de partículas con la materia**

1.1 Radiactividad

1.2 Principios físicos de interacción de partículas cargadas y neutras con la materia

1.3 Simulación por computadora: Introducción a GEANT 4

**2) Detectores de centelleo**

2.1 Principios físicos de los detectores de centelleo

2.2 Introducción a los fotomultiplicadores

2.3 Aplicaciones en Física Experimental y en Física Médica

**3) Detectores de silicio**

3.1 Principios físicos de los detectores de silicio

3.2 Aplicaciones en Física Experimental y en Física Médica

**4) Detectores de alambres a base de gases**

4.1 Principios físicos de los detectores de alambres a base de gases

4.2 Tubos Geiger

4.3 Cámaras multialámbricas

4.4 Cámaras de deriva

4.5 Aplicaciones en Física Experimental y en Física Médica

**Bibliografía:**

- [1]. Anderson, "Absorption of Ionising Radiation", University Park Press, Baltimore 1984.
- [2]. Knoll, "Radiation Detection and Measurement", Wiley, New York, 1979.
- [3]. Debertin and Helmer, "Gamma and X-Ray Spectrometry with Semiconductor Detectors", North Holland, 1988.
- [4]. W.R. Leo, "Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments", Springer-Verlag, Berlín 1994.
- [5]. Dan Green, The Physics of Particle Detectors, Cambridge University Press; 1 edition (2005)

**Bibliografía:**

- [1]. Gary W. Johnson, Labview Graphical Programming: Practical Applications in Instrumentation and Control, McGraw-Hill (Tx); 2 Pap/Cdr edition (1997)
- [2]. R.A. Penfold, Interfacing P.C.'s and Compatibles, Bernard Babani Publishing (1992)
- [3]. Tutoriales de LabView existentes en la red por ej. [http://www.gte.us.es/~galvan/ie\\_4t/tutorial%20de%20labview.pdf](http://www.gte.us.es/~galvan/ie_4t/tutorial%20de%20labview.pdf)
- [4]. Manual de el kit de evaluacion Spartan 3, [www.xilinux.com](http://www.xilinux.com), [www.digilent.com](http://www.digilent.com)
- [5]. Tutoriales de VHDL existentes en la red
- [6]. Guía del puerto paralelo: <http://www.lvr.com/parport.htm>
- [7]. Información disponible en la red sobre uso de los puertos serial, gpib,usb y ethernet

[8]. Manual de programación del osciloscopio digital Tektronix TDS220 en [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)

[9]. Tutoriales sobre el uso de los estándares NIM y CAMAC en [www.lecroy.com](http://www.lecroy.com)

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( X )
Otras:	( )

**NOMBRE: SIMULACIÓN DE INTERACCIÓN DE MUCHOS CUERPOS**

**CLAVE: O**

**CICLO: 3 SEMESTRE**

**PERFIL DEL DOCENTE: DOCTOR EN CIENCIAS, DOCTOR EN INGENIERÍA**

**HRS./SEM.: 4**

**Objetivo:** Que el estudiante conozca y aprenda a manejar las técnicas de simulación numérica en el estudio de interacción de radiación con radiación, radiación con materia y materia con materia.

## **1. Sistemas interactuantes**

### **1.1 La acción y la densidad lagrangiana**

- 1.1.1 Simetrías de la acción y sus consecuencias para campos clásicos
- 1.1.2 Cuantización de la acción
- 1.1.3 Las transformaciones locales internas y externas
- 1.1.4 Simetrías de norma
- 1.1.5 Teoría de perturbaciones y una breve introducción a la matriz S
- 1.1.6 Diagramas de Feynman

### **1.2 Procesos fundamentales de interacción de radiación con materia**

- 1.2.1 Aniquilación de pares electrón-positrón y producción de pares de muones
- 1.2.2 Tecnología de trazas
- 1.2.3 Sección eficaz no polarizada
- 1.2.4 Variables de Mandelstam
- 1.2.5 Dispersión Compton

## **2. Enfoque perturbativo**

### **2.1 Regularización dimensional**

- 2.1.1 Parametrización de Feynman
- 2.1.2 Divergencias ultravioletas
- 2.1.3 El método de Passarino-Veltman
- 2.1.4 Integrales de dos, tres y cuatro puntos

## **3. Implementación de la teoría de perturbaciones en FeynCalc**

### **3.1 El lenguaje de FeynCalc**

- 3.1.1 Álgebra de Dirac
- 3.1.2 Instrucciones para dar de alta amplitudes
- 3.1.3 Cálculo de trazas
- 3.1.4 Contracciones
- 3.1.5 Implementación de las condiciones cinemáticas

### **3.2 Cálculos a primer orden y simulación numérica**

- 3.2.1 Ejemplos de cálculos hechos a primer orden en sistemas de espín semientero
- 3.2.2 Ejemplos de cálculos hechos a primer orden en sistemas de espín entero
- 3.2.3 Inspección de la covarianza ante transformaciones de norma a través de la identidad de Ward-Takahashi
- 3.2.4 Búsqueda de resultados finitos
- 3.2.5 Implementación en lenguaje de alto nivel y cómputo científico de los resultados analíticos
- 3.2.6 Simulación numérica, estudios de Monte Carlo y comparación con los resultados experimentales

## **Bibliografía**

- 1. G. Passarino and M. J. G. Veltman, Nucl. Phys. B160, 151 (1979).
- 2. Manual de FeynCalc, R. Mertig (1993).

3. An Introduction to Quantum Field Theory, Michael E. Peskin and Daniel V. Schroeder (1995), Westview Press.
4. Electrodynamics and Classical Theory of Fields and Particles, A. O. Barut (2010), Dover Publications.
5. G. J. van Oldenborgh, Comput. Phys. Commun. **66**, 1 (1991).
6. <http://comphep.sinp.msu.ru/>

#### Técnicas de enseñanza sugeridas

Exposición oral	( X )
Exposición audiovisual	( )
Ejercicios dentro de clase	( X )
Seminarios	( X )
Lecturas obligatorias	( X )
Trabajos de investigación	( X )
Prácticas en taller o laboratorio	( X )
Prácticas de campo	( )
Otras:	( )

#### Elementos de evaluación sugeridos

Exámenes parciales	( X )
Exámenes finales	( X )
Trabajos y tareas fuera del aula	( X )
Participación en clase	( X )
Asistencia a prácticas	( X )
Otras:	( )

## 5.9 Criterios de Evaluación

Definiciones que ponen la atención en el logro de objetivos alcanzados por los alumnos, en su evaluación y en el interés por los resultados<sup>27</sup>

- a) Tyler (1950: 69): “Proceso que determina hasta qué punto se han conseguido los objetivos educativos.”
- b) Lafourcade (1972: 21): “Etapa del proceso educacional que tiene por fin controlar de modo sistemático en qué medida se han conseguido los objetivos que se hubieran especificado con antelación.”
- c) Gronlund (1973: 2): “Proceso sistemático para determinar hasta qué punto alcanzan los alumnos los objetivos de la educación.”
- d) Mager (1975: 20): “Acto de comparar una medida con un estándar y emitir un juicio basado en la comparación.”

Estas definiciones se ajustan únicamente, en la evaluación de los alumnos, aun nivel explícito o implícito, se resalta la inquietud por el alcance de los objetivos como objeto básico de la evaluación, al final del proceso formativo, es decir centrado en la evaluación sumativa. Definiciones que ven la evaluación como un proceso que facilita información para la toma de decisiones.

- a) Stufflebeam (1987: 183): “Proceso de identificar, obtener y proporcionar información útil y descriptiva acerca del valor y el mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado, con el fin de servir de guía para la toma de decisiones, solucionar los problemas de responsabilidad y promover la comprensión de los fenómenos implicados.”
- b) Cronbach (1963: 224): “Proceso de recopilación y utilización de la información para tomar decisiones.”
- c) Alkin (1969: 2, citado por Tenbrick, 1988: 2): “Proceso de reconocer las áreas de decisión importantes, seleccionar la información apropiada y reconocer y analizar la información para transmitir datos que ayudan a tomar decisiones para tomar alternativas.”
- d) Ferrández (1993: 11): “Emitir un juicio valorativo sobre una realidad educativa en función de unos datos y con el propósito de tomar

### Criterios Aplicables a la Institución

- i. *Para otorgamiento de títulos profesionales y afiliación:* La Escuela debe formar parte de una institución reconocida por las autoridades de educación pública federal o estatal o, en caso de ser una institución autónoma, estar reconocida por su máxima autoridad (consejo universitario) para otorgar títulos profesionales. Sería conveniente que en su momento la institución se afilie a la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Enseñanza Superior (ANUIES) o a la Federación de Instituciones Mexicanas Particulares de Educación Superior (FIMPES).

- ii. *Presupuesto y docentes de carrera:* La Escuela debe contar con un presupuesto permanente y con facultades para proponer y otorgar nombramientos a profesores de tiempo completo dentro de un sistema institucional de desarrollo profesional.
- iii. *Equidad y libertad:* La institución debe otorgar igual oportunidad de ingreso a los alumnos sin distinción de raza o género.
- iv. *Apego continuo a los criterios de evaluación:* Todos los programas académicos de licenciatura y posgrado que ofrezca la unidad, independientemente de la etapa de desarrollo de su ciclo de vida académica, deben cumplir con los criterios que se precisan en este documento y mostrar apego continuo al reglamento revisarse y actualizarse cada máximo de 5 años.
- v. *Evaluación:* Todos los estudiantes serán evaluados de acuerdo al reglamento.
- vi. *Seguimiento de Egresados:* La institución debe contar con un sistema de seguimiento de egresados, con el fin de validar el logro de las metas planeadas a través de su desempeño profesional y analizar el grado de satisfacción, la coordinación del programa formulara encuestas para la valoración y adecuación de las asignaturas a la práctica profesional, la permeabilidad del mercado de trabajo para el egresado.

## 5.10 Estructura de la Propuesta en Específico

### Objetivo del Doctorado

Se pretende que a nivel nacional y regional, este programa llegue a tener presencia y llegue a impactar en la solución a los problemas relacionados con desarrollos tecnológicos y científicos que puedan surgir tanto en la ciencia y la industria como en la sociedad en general. También se busca que los egresados del programa lleguen a incidir en la solución de problemas mediante propuestas innovadoras en donde la interdisciplinariedad es un requisito indispensable. Con este programa de doctorado se pretende además que la Universidad Michoacana incremente su vinculación con los sectores productivos y de servicios para alcanzar un mayor impacto social.

### Objetivos Específicos

- 1.- Formar doctores con conocimiento en alguna de las siguientes áreas:
  - a).- Modelado.
  - b).- Ciencia e ingeniería de materiales.
  - c).- Estructura de la materia.
- 2.- Formar doctores cuyo desempeño contribuya al desarrollo social, industrial o ambiental de su entorno mediante el desarrollo de proyectos interdisciplinarios y/o vinculados con la industria del país.

## Fundamentación

Este programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física es la continuación natural hacia una carrera de investigación científica del programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física que se imparte en la FCFM-UMSNH. En el año de 2012, egreso la primera generación del programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería Física con un número de cinco graduados, para la siguiente generación 2013 se egresaron seis maestros del programa. De acuerdo al número de estudiantes aceptados para la tercera generación, ocho en total, se espera que en dos años egresen la misma cantidad de estudiantes aceptados este año, por lo que se tendrá un número aceptable de potenciales estudiantes del programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, para el presente ciclo escolar

### 5.11 Perfiles

#### Perfil de Ingreso

El aspirante a ingresar al programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física deberá contar con conocimientos y habilidades suficientes en algún programa de posgrado con el nivel de maestría en alguna de las áreas de la Ingeniería (Civil, Química, Eléctrica, Mecánica, Tecnología de la Madera, Electrónica) o en Ciencias Básicas (Ingeniería Física, Física, Física Aplicada, Matemáticas, Química).

- Haber obtenido el grado de Maestría en Ciencias en algunas de las áreas mencionadas con un promedio mínimo de 8.0 (en una escala de 0-10 o su equivalente).
- El aspirante deberá mostrar un nivel del inglés, oral y escrito, equivalente por lo menos, al nivel 4 de inglés del departamento de idiomas de la UMSNH.
- El aspirante deberá practicar valores éticos profesionales, así como un respeto a su entorno social y profesional.

#### Perfil de Egreso

El egresado contará con conocimientos científicos sólidos y tecnológicos de frontera para proponer soluciones innovadoras a problemas de su especialidad.

- Será capaz de identificar, evaluar y proponer estrategias de solución de problemas relacionados con la ciencia y la técnica.
- Contará con una sólida formación que lo habilitará para proponer y dirigir proyectos de investigación dentro de su área de conocimiento, así como para dirigir e integrarse a grupos de investigación de su especialidad e interdisciplinarios.
- Podrá desarrollarse en labores de docencia, investigación e innovación tecnológica en institutos de investigación o en centros de educación superior públicos o privados.
- Practicará valores éticos y profesionales así como un respeto a su entorno social y profesional. Mostrará una actitud positiva para enfrentar nuevos retos.

## Requisitos de Ingreso

El aspirante podrá solicitar ingreso al programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física siempre y cuando ostente el grado de Maestría en alguna rama de Ingeniería (Civil, Química, Eléctrica, Mecánica, Tecnología de la Madera, Electrónica) o en Ciencias Básicas (Ingeniería Física, Física, Física Aplicada, Matemáticas, Química). Haber obtenido un promedio mínimo de 8.0 en sus estudios de Maestría en una escala de 0-10 ó su equivalente en otros sistemas de evaluación. La admisión al programa de Doctorado estará abierta todo el año. El inicio del programa será en dos periodos semestrales: marzo y septiembre. Para poder ser admitido al programa de doctorado el aspirante deberá:

1. Presentar título de maestría en Ingeniería Física, Física, Matemáticas o Ingeniería (Química, Civil, Mecánica o Eléctrica).
2. Los estudiantes egresados del programa de Maestría en Ciencias en Ingeniería Física, de la UMSNH con promedio de 9.0 podrán ser admitidos directamente al programa.
3. Para los demás aspirantes y egresados de otros programas de posgrado nacionales o del extranjero deberán presentar el examen de diagnóstico elaborado por el comité de admisión sobre los asignaturas de
  - a).-Matemáticas Avanzadas.
  - b).-Electromagnetismo.
  - c).- Estructura de la Materia.
  - d).-Mecánica Clásica y del Medio Continuo.
  - e).-Termostadística.

El examen de diagnóstico consistirá de una parte escrita y una parte oral. Para poder ser admitido al programa deberá aprobar al menos tres asignaturas en el examen de diagnóstico.

4. Deberán presentar su curriculum vitae y además dos cartas de recomendación de profesores o investigadores de reconocido prestigio.
- 5.- Dirigir al director de la FCFM de la UMSNH, en caso de ser admitido al programa, una solicitud de admisión al programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física acompañada de una copia del título profesional, título de grado y de su Currículum Vitae. Entregar una carta compromiso de dedicación exclusiva de tiempo completo al programa.
6. Entregar, en caso de ser admitido al programa, la documentación correspondiente de acuerdo a la reglamentación vigente en la UMSNH: Reglamento General de Inscripciones y Reglamento General para los Estudios de Posgrado. Solicitar por escrito al Consejo Interno de Posgrado de la Facultad la asignación de Tutor o Director de Tesis. Para ello el estudiante debe elegir de entre el conjunto de tutores del programa al que fungirá como su director de tesis de doctorado.

6.1.- Elaborar en conjunto con un tutor del programa y presentar al Coordinador del Programa Doctorado un plan de trabajo académico, por el periodo de duración del plan de estudios.

## 5.12 Organización y Estructura Curricular

### Fundamentación

Al establecer el proyecto académico, de establecerse el doctorado en ciencias en ingeniería en el municipio de Morelia, del estado de Michoacán, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas UMSNH. Tiene como fundamento social:

- ✓ Formar de manera integral a los profesionistas despertando en ellos un profundo interés por la sociedad en su conjunto.
- ✓ Ofertar para los alumnos que concluyen su formación de maestría, una opción viable para continuar su preparación en la investigación, con un profundo sentido humano y social.
- ✓ Generar en los alumnos las capacidades que permitan el aprendizaje permanente, la inquietud por la investigación, tanto a partir de la experiencia como del estudio sistemático que debe estar presente en todo profesional con nivel posgrado, además estructurara una coherencia de vida conforme a lo aprendido.

En el estado de Michoacán no existe un Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, por lo que se considera viable, ya que la demanda no está cubierta por ninguna otra institución.

## 5.13 Campo de Trabajo

El campo de trabajo de egresado del posgrado de doctorado en ciencias en Ingeniería Física es de lo más variado abarca los campos de ciencias exactas, ingeniería, electrónica, óptica, materiales, procesamiento de datos etc. Pude trabajar en

- ✓ La industria eléctrica
- ✓ La industria de telecomunicaciones
- ✓ La industria de fibras ópticas
- ✓ Materiales
- ✓ Universidades
- ✓ La industria de semiconductores

El crecimiento del sector industrial demanda personal calificado en las diferentes áreas del conocimiento científico, es una excelente oportunidad para los egresados del posgrado.

## 5.14 Estrategia Curricular

Las asignaturas en el área de investigación están claramente fundamentadas en el plan de estudios del Doctorado en Ciencias en Ingeniería. La clave de la estrategia de la formación doctoral consiste en definir el doctorado como un puente entre la Educación Superior y el desarrollo integral de la sociedad, es decir concebir la investigación como uno de los pilares fundamentales de la educación. Para ello es preciso orientar el doctorado hacia la formación encaminada a obtener profesionales en investigación que contribuya a la generación de conocimientos, y a su transferencia y al desarrollo tecnológico. El objetivo es formar doctores capaces de desarrollar, implementar conocimiento e innovación plenamente integrados en el sistema económico, en las empresas y la sociedad y el país. En definitiva, los doctores han de jugar un papel esencial en todas las instituciones implicadas en la innovación y la investigación, de forma que lideren el paso desde el conocimiento hasta el bienestar de la sociedad. A la Universidad le corresponde definir una estrategia en la formación doctoral que garantice la profesionalización de los investigadores y el incremento de sus capacidades. Una sociedad cambiante en la que la investigación, la formación y la innovación actúan como garantía para cumplir con los objetivos económicos, sociales y medioambientales y las expectativas de los ciudadanos.

La sociedad espera respuestas concretas a sus múltiples problemas y necesidades y la investigación proporciona respuestas a muchos de esos problemas, siendo la Universidad Michoacana el espacio ideal para el desarrollo de una investigación de calidad y para la formación de investigadores, que pueden y deben jugar un papel fundamental en el proceso de cambio de modelo productivo y en la generación y transferencia de conocimiento. Los doctores deben participar activamente en el proceso de transformación del conocimiento que se genera en la Universidad en bienestar para la sociedad. El modelo de formación doctoral del Doctorado en Ciencias en Ingeniería, se sustenta en los siguientes principios:

- a) Una formación doctoral basada en competencias.
- b) La orientación del doctorado hacia la carrera académica.
- c) La orientación del doctorado hacia el empleo.
- d) Un mayor reconocimiento social de la formación doctoral.
- e) Un modelo de formación doctoral centrado en la Universidad, en colaboración con otras entidades e instituciones
- f) Una formación doctoral que valore la calidad como referencia para su reconocimiento y atractivo nacional e internacional.

De acuerdo con estas premisas que inciden en la necesidad de vincularla estrategia de investigación y de la formación doctoral, resultando la formación de doctores capaces de desarrollarse en todos los ámbitos de la sociedad, para garantizar el progreso económico y social.

## 5.15 Requisitos de Titulación

### Reglamento para Obtención de Título y Grado Profesional

#### *Obtención del grado.*

Para la obtención del grado académico respectivo el alumno deberá<sup>6</sup>:

- a) Haber cubierto el respectivo Plan de Estudios en un plazo no mayor a 4 años. Para casos especiales el tiempo máximo de permanencia podrá incrementarse hasta un semestre siempre que Consejo Interno de Posgrado lo apruebe.
- b) Cumplir con todos los requisitos en el Reglamento General de Posgrado de la UMSNH.
- c) Presentar una tesis de investigación original ante un jurado que será designado por el Consejo Interno de Posgrado.
- d) Tener publicado o aceptado para publicación al menos un artículo de investigación en revistas de circulación internacional indexadas y de alto impacto (ISI, Scopus, Etc.).
- e) Presentar un coloquio de tesis ante el jurado designado, el cual avalará o no avalará el trabajo de tesis. El coloquio deberá ser a puerta cerrada. En caso de no ser avalado el trabajo de tesis, el estudiante podrá solicitar por única ocasión otra vez presentar el coloquio de tesis. En caso de que el trabajo de tesis no sea avalado por segunda ocasión, el estudiante quedará dado de baja del Programa de manera automática.
- f) Presentar un examen oral público que versará sobre la tesis presentada. El examen oral público deberá ser presentado quince días hábiles después del coloquio de tesis.

El Consejo Interno de Posgrado designará al jurado para practicar el examen de grado, previa solicitud por escrito por parte del interesado. La solicitud deberá llevar el aval de su Comité Tutorial y se deberá hacer por lo menos con un mes de anticipación. El jurado de examen de grado estará formado por un presidente y cuatro vocales titulares y dos vocales suplentes. El director de tesis podrá fungir como presidente del jurado. Es recomendable que el comité tutorial forme parte del jurado para practicar el examen de grado. Al menos uno de los vocales deberá ser un profesor externo a la UMSNH. De entre los vocales se designará a un secretario del jurado quien realizará el acta de examen correspondiente. El examen de grado consta de dos partes: El coloquio de tesis y el examen oral público. Sólo cuando el trabajo de tesis del estudiante sea avalado en el coloquio de tesis, el estudiante podrá presentar el examen oral público.

#### *Artículo 72.*

Para obtener el grado de Doctor se requiere:

- a) Haber cumplido el programa individual de estudios asignado por el tutor y avalado por un Comité Doctoral;
- b) Tener por lo menos dos presentaciones de trabajos propios relacionados con el tema de tesis doctoral en congresos y eventos similares;

- c) Presentar una tesis de investigación original, en los términos previstos por las normas complementarias, y aprobar el examen de grado, que versará sobre las aportaciones que hace en su investigación doctoral; y
- d) Cumplir con los demás requisitos establecidos en la legislación universitaria aplicable

#### **Artículo 74.**

La tesis de posgrado se desarrollará de conformidad con las siguientes indicaciones:

- a) La tesis de especialidad deberá ser un trabajo escrito e individual que demuestre la capacidad del alumno para resolver problemas de su área;
- b) La tesis de maestría deberá ser un trabajo escrito individual de contenido teórico y/o experimental producto de actividad científica desarrollada con la asesoría tutorial correspondiente;
- c) La tesis de Doctorado deberá ser un trabajo escrito individual y original, que versará necesariamente sobre un tema de investigación científica, tecnológica, o humanística, y habrá de comprobar la capacidad del candidato para realizar y coordinar trabajos de investigación;
- d) La tesis será redactada en idioma español y se realizará bajo la asesoría y responsabilidad del director de tesis, quien vigilará que reúna la estructura que se indica en este reglamento o en las normas complementarias;
- e) El tutor de Tesis será un profesor del correspondiente programa de estudios de posgrado, quien deberá ser:
- f) La tesis aprobada por el tutor de la misma será sometida a revisión por parte de los miembros del jurado del examen de grado que se le asigna a cada alumno;
- g) El jurado dará a conocer al alumno, mediante el acta correspondiente, en un plazo no mayor de un mes, su dictamen sobre la tesis presentada, y le indicará si fuese necesario, los puntos que deben ser modificados. Dada la participación del jurado en el desarrollo del proyecto, no se podrá rechazar en su totalidad el documento propuesto. El alumno deberá presentar las modificaciones recomendadas a la tesis en un plazo no mayor de 15 días hábiles; y
- h) Aprobada la tesis, el candidato deberá seguir el procedimiento que establezca Control escolar para efectuar el examen de grado.

#### **Artículo 75.**

Con el fin de poder anexar las aportaciones contenidas en las tesis de grado o los bancos de información, es recomendable estructurarla de la siguiente manera:

- a) Título;
- b) Acta de revisión;
- c) Índice;
- d) Glosario;
- e) Relación de cuadros , gráficas e ilustraciones;
- f) Título y resumen de 2 cuartillas como máximo y su versión correspondiente en inglés;
- g) Introducción;
- h) Antecedentes;
- i) Justificación;
- j) Objetivo(s);

- k) Hipótesis;
- l) Material y métodos;
- m) Resultados;
- n) Análisis;
- o) Conclusiones;
- p) Recomendaciones;
- q) Sugerencias para trabajo futuro;
- r) Bibliografía;
- s) Anexos; y
- t) Portada. La portada de la tesis de grado deberá contener los siguiente:
  - Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
  - División de Posgrado de la Facultad correspondiente.
  - Identificación del área de estudios de posgrado.
  - Título de tesis.
  - La leyenda (tesis que para obtener el Grado de... presenta...).
  - Nombre del director de tesis.
  - Fecha.
  - Lugar.

#### ***Artículo 76.***

Los exámenes de grado serán públicos, el coordinador del curso correspondiente deberá boletinarlos cuando menos con 10 días de antelación y dará a conocer, con la debida oportunidad, el tema de tesis, lugar, fecha y hora del examen, y el nombre del candidato.

#### ***Artículo 77.***

El examen de grado consistirá en una breve presentación de tesis, y a continuación, en replica oral contestará a las preguntas hechas por los sinodales del jurado. El examen versará principalmente sobre áreas del conocimiento relacionadas con las tesis, y deberá mostrar la capacidad del aspirante que exige el grado que pretende.

#### ***Artículo 78.***

Terminada la disertación y la réplica del examen correspondiente, los sinodales deliberarán en sesión privada y acordaran el resultado del examen de grado, el cual quedará asentado en el acta respectiva, en la que deberá anotarse únicamente aprobado o suspendido: El secretario del jurado elaborará el acta de examen de grado, después de recabar la firma de los sinodales, dará lectura a la misma públicamente y la entregará al coordinador del programa respectivo. Este turnará a la Dirección de la facultad, a la brevedad posible, el libro de actas y el acta de examen para los fines correspondientes. En el caso de dictamen suspendido, podrá celebrarse un segundo y último examen en un plazo no menor de tres meses ni mayor de seis a partir de la fecha en que se efectuó el primer examen. Si el resultado es nuevamente adverso al sustentante, se asentará la palabra reprobado en la correspondiente.

## 5.16 El Campo Laboral del Egresado

La escolarización es una de las condiciones necesarias para el crecimiento de una economía moderna. La investigación internacional consistentemente concluye que la generación de riqueza es afectada por la acumulación de capital humano en los integrantes de una nación, porque éste tiene efectos benéficos sobre la productividad de su trabajo.

En el 2010 Producto Interno Bruto (PIB) de Michoacán fue de 20,813 millones de dólares, lo que representó 2.47% del total nacional; la entidad es la número 15 en la aportación a la producción nacional. El sector secundario en el mismo 2010 generaba el 20% del PIB estatal y daba empleo al 25% de la PEA, principalmente en actividades manufactureras, de mantenerse esta tendencia se espera que este sector pudiera aportar entre el 10 y el 12% del valor agregado en la entidad.

El sector industrial en México cerró el 2010 con una contribución al PIB del 31.1% y fue responsable de la generación del 24% de los empleos de la población ocupada, con 10.6 millones de personas contabilizadas en el sector. Un graduado en Ciencias en Ingeniería Física puede tener un desarrollo profesional en una amplia variedad de campos, tales como: óptica, comunicaciones remotas, electrónica, desarrollo de software, sistemas de control, educación, etc. La actividad profesional en este campo puede tomar la forma de:

- i. Investigación científica en universidades o centros gubernamentales.
  - ii. Carrera Académica combinando docencia e investigación.
  - iii. Desarrollo de prototipos para la industria del sector privado.
  - iv. Responsable del área de investigación y desarrollo en la industria.
  - v. Mantenimiento de instrumentos y sistemas de alta tecnología.
  - vi. Puestos administrativos o de ventas donde el conocimiento de la física es esencial.
  - vii. Empresario Científico o Consultor Especializado.
- 
- ✓ Los graduados de esta especialidad laborando en diversos campos de trabajo han reportado que lo más gratificante de sus trabajos actuales fue el reto de resolver problemas interesantes y complejos, trabajar en equipo, ver que un proyecto da como resultado un producto útil y exitoso y desarrollar nuevos métodos, procesos y diseños.
  - ✓ Los graduados en Ciencias en Ingeniería Física están capacitados para continuar estudios de postdoctorado tanto en áreas de la Ingeniería como de la Física. Algunos ejemplos de estos postdoctorado son: Óptica, Instrumentación, Mecatrónica, Física Médica, Física Atmosférica, Astronomía, Física Nuclear, Ciencia de los Materiales, Energía, etc.
  - ✓ El egresado del Doctorado en Ciencias Físico Matemáticas, además de los conocimientos y habilidades señaladas en el nivel de maestría tendrá el siguiente perfil:

- ✓ Tendrá un profundo dominio de las bases científicas y tecnológicas que sustentan el área de su especialidad, así como un amplio conocimiento de su campo de estudio y de los avances más significativos. Poseerá profundidad en el razonamiento, estrategias, técnicas y evaluación de los modelos que intentan explicar los procesos y fenómenos estudiados.
- ✓ Será capaz de identificar y evaluar problemas de investigación y desarrollo, así como de planear estrategias de trabajo para su solución.
- ✓ Estará capacitado para organizar y dirigir grupos de trabajo que realicen investigación original y de frontera, tanto en el ámbito científico como en el de las industrias y organismos vinculados a la problemática de una determinada área científica.
- ✓ Manejará con profundidad los marcos teóricos de los trabajos científicos originales y de frontera en la línea de investigación elegida.
- ✓ Podrá formar recursos humanos de calidad en todos los niveles, incluyendo los de maestría y doctorado.

La vinculación con el sector productivo es una de nuestros principales objetivos, para evitar que nuestros graduados deambulen por subempleos o empleos no acordes con sus aptitudes, como lo muestran varios estudios sobre egresados, en este país. Un primer estudio, realizado por encargo de la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (anuies), sobre el mercado laboral de los profesionistas en la década de 1990-2000, encontró que cerca de las dos terceras partes de los profesionistas mexicanos se emplean en puestos acordes a la profesión, los cuales es probable que apliquen los conocimientos y habilidades adquiridas en las instituciones de educación superior y que el otro grupo podría estar ocupando puestos que no requieren de educación superior (anuies, 2003).<sup>23</sup>

Por su parte, el ex subsecretario de educación Dr. Julio Rubio Oca, en un libro en el que realiza un balance sobre ese nivel educativo, reseña diversos estudios de egresados de varias instituciones de educación superior: el de la unam, realizado en el ciclo 2003-2004, según el cual 81.6% tenía empleo, de los cuales 9% realizaba actividades no relacionadas con su profesión; el de la Universidad Autónoma Metropolitana (uam), de 2005, en el que se encontró que 74.5% tenía trabajo, de los cuales 8.6% realizaba actividades no relacionadas con su profesión; y el de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (uaeh), de 2005, según el cual el 71% de los egresados buscó trabajo al terminar la carrera, de los cuales el 78% lo encontró en menos de dos años, 8% lo hizo entre uno y dos años y el restante no encontró trabajo. Los datos anteriores configuran una situación preocupante del mercado laboral de profesionistas del país, a grado tal que la anuies, en su documento más reciente de planeación de la educación superior establece como uno de sus objetivos estratégicos lograr la pertinencia de las carreras, concepto que si bien abarca varios

ámbitos, la adecuada inserción en el mercado laboral por parte de los egresados universitarios es una de sus dimensiones más importantes.

Sin embargo el sector industrial en México donde son requeridos nuestros egresados, cerró el 2010 con una contribución al PIB del 31.1% y fue el responsable de la generación del 24% de los empleos de este país, con 10.6 millones de persona contabilizadas en el sector, y una demanda creciente en el área de ingeniería. Una sociedad cada vez más globalizada requiere de profesionales que vinculen fuertemente su formación científica con los fundamentos de la ingeniería. Los procesos industriales exigen mayor comprensión de los conocimientos científicos que subyacen en las tecnologías actuales, generando esto un mayor empleo de profesionales con formación científica en la industria y en la producción, permitiéndoles la comprensión, análisis y aplicación de los principios físicos involucrados en la solución de problemas asociados a las nuevas tecnologías, a través de la creatividad y la inventiva. La Ingeniería Física es una fusión entre la Física y la Ingeniería, en la que se proporciona de los fundamentos y principios físicos al ingeniero mediante herramientas analíticas dotándolo de la visión clara para abordar la solución de un amplio rango de problemas de tipo práctico.

Estamos viviendo una época donde la sociedad se ha visto obligada a hacer un uso más eficiente de la energía y los recursos naturales en general. En este contexto son necesarios profesionales con una formación sólida en el aprovechamiento de los recursos energéticos renovables y su utilización eficiente, orientada a los materiales como en la nanotecnología.

## **5.17 Requerimientos de Infraestructura y Recursos**

Las actividades de planeación, organización, promoción, supervisión, coordinación y evaluación de los estudios de posgrado estarán a cargo de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas “Mat. Luis Manuel Rivera Gutiérrez”. Adicionalmente se cuenta con el apoyo de la Facultad de Ingeniería Civil dependencia a la que pertenecen algunos de los profesores adscritos al programa. Este apoyo consiste en el uso de laboratorios y de bibliotecas y eventualmente en espacios físicos para alumnos. En términos de la solidez académica y la factibilidad del programa, este se someterá a consideración de PNPC del CONACYT con el fin de que el mismo sea incluido en el padrón de excelencia del CONACYT. Consecuentemente, los estudiantes de posgrado aceptados en el programa podrán contar con una beca de dicho organismo para la realización de estudios de posgrado.

El acervo bibliográfico y el acceso a las instalaciones (cubículos, centros de cómputo, etc.) y el apoyo a las actividades académicas por parte de las instituciones participantes se dará de acuerdo a las líneas de generación y aplicación del conocimiento de cada una de ellas.

Los apoyos específicos necesarios para la consecución de acervo complementario se incluirán en el proyecto de egresos de la FCFM de los próximos años; adicionalmente, se buscará apoyo para este fin ante instancias como los PIFI's así como apoyos adicionales ofrecidos por CONACYT.

## 5.18 Criterios Académicos y Administrativos

### *I.-Generalidades*

Reglamento general de posgrado UMSNH.<sup>6</sup>

#### *Artículo 1.*

El presente Reglamento tiene por objeto normar los estudios de posgrado que ofrece la Universidad Michoacana.

#### *Artículo 2.*

Son estudios de posgrado los que se realizan después de haber obtenido el grado de licenciatura, conforme a las disposiciones contenidas en este Reglamento.

#### *Artículo 3.*

El propósito de los estudios de posgrado es formar recursos humanos de alta calidad que profundicen y amplíen el conocimiento y la cultural nacional y universal para desarrollar la ciencia, la tecnología y las humanidades, así como para transformar e innovar los aparatos educativos y productivos de bienes y servicios, en aras de atender y satisfacer las necesidades de desarrollo integral del país.

## II.- Ingreso, Reinscripción y Permanencia en los Estudios de Posgrado

### *Capítulo IV*

Ingreso, reinscripción y permanencia en los estudios de posgrado

#### *Artículo 40.*

Para ser admitido como alumno regular en los programas de posgrado, el aspirante deberá satisfacer los siguientes requisitos:

- a) Poseer título profesional de alguna de las licenciaturas especificadas en la convocatoria respectiva;
- b) Para los aspirantes al Doctorado, tener el grado de maestría o dispensa del Consejo general de Estudios de Posgrado apoyada en un análisis de los antecedentes académicos y profesionales del aspirante, que determine que posee el nivel académico necesario para ser admitido en el programa de Doctorado respectivo;
- c) Cumplir con criterios de admisión, y en su caso, los cursos propedéuticos que le sean asignados;
- d) Acreditar examen de traducción al español de idioma o idiomas que el programa especifique;
- e) Cubrir los derechos y cuotas debidamente aprobadas; y
- f) Los demás señalados en las normas complementarias aplicables.

*Artículo 41.*

A los aspirantes que hayan sido aceptados, en el nivel de maestría o doctorado, la academia tutorial a través del coordinador del programa, les asignará un Tutor Académico quien, con base en las características del estudiante, elaborará el plan de trabajo académico que le permitirá orientar sus estudios y elaborar la tesis de grado

*Artículo 42.*

Efectuando el proceso de admisión, la División de Estudios de Posgrado, deberá enviar en un plazo no mayor de un mes, a la Dirección de control escolar, la lista de los aspirantes aceptados para su registro, acompañada de la siguiente documentación:

- a) Solicitud de inscripción;
- b) Currículo Vitae documentado;
- c) Original y fotocopia del título profesional; para los aspirantes al doctorado, original y copia del certificado que acredite haber aprobado íntegramente un programa de posgrado en el nivel de maestría o el equivalente avalado por el Consejo General de Estudios de Posgrado;
- d) Copia certificada del acta de nacimiento o acta de naturalización;
- e) Dos fotografías tamaño infantil recientes; y
- f) Para el caso de extranjeros, copia de la forma migratoria correspondiente. Los documentos originales serán devueltos al alumno en un periodo no mayor de 30 días y las copias cotejadas, quedaran en el expediente particular.

*Artículo 43.*

Para permanecer inscrito en los estudios de posgrado es necesario:

- a) Cumplir con las actividades académicas que determine el plan de estudios en los plazos establecidos;
- b) Realizar las actividades de investigación y elaboración de tesis dentro del periodo señalado; Asistir a las entrevistas tutoriales
- c) con el profesor o investigador asignado. La frecuencia de éstas se determina por la naturaleza del programa académico que cubre el estudiante; y
- d) Presentar al Consejo Interno de la División, un informe semestral avalado por el tutor, respecto de los avances de su plan de trabajo académico.
- e)

*Artículo 44.*

Los alumnos de posgrado deberán dedicarse a desarrollar de tiempo completo su programa de actividades y dentro de un alto nivel académico.

*Artículo 45.*

El límite de tiempo para estar inscrito en un programa de posgrado, será como máximo lo estipulado en la duración de dicho programa.

*Artículo 46.*

Cuando se hubiese vencido el plazo señalado en el artículo 45, el Jefe de la División, previa opinión del Tutor Académico y del Consejo Interno, podrá autorizar la reinscripción y permanencia hasta por un 50% más de tiempo señalado como normal en el programa correspondiente. Los casos especiales que excedan este periodo serán revisados por el Consejo Interno de la División.

*Artículo 47.*

Los alumnos que no concluyan sus estudios en los plazos señalados en los articulo 45 y 46 de este reglamento no podrán ser reinscritos.

*Artículo 48.*

Los alumnos deberán titularse durante su permanencia como estudiantes inscritos.

**Capítulo V**

Bajas de los alumnos en los Estudios de Posgrado

*Artículo 49.*

Existen en el posgrado tres tipos de bajas:

- a) Baja en asignatura o unidad de enseñanza;
- b) Baja en semestre; y
- c) Baja definitiva.

*Artículo 50.*

Se considera baja en asignatura o unidad de enseñanza, aquellos casos en que el alumno solicita, en el periodo respectivo, dejar de cursar, en el semestre, una o dos asignaturas o unidades de enseñanza como máximo.

*Artículo 51.*

Es baja en semestre cuando el alumno pide, en el lapso especificado, dejar de cursar la totalidad de las asignaturas que integran el semestre. El alumno tendrá derecho hasta un máximo de dos periodos de baja en semestre que pueden o no ser consecutivas.

*Artículo 52.*

Se procederá a la baja definitiva cuando el alumno incurra en cualesquiera de las situaciones que se señalan a continuación:

- a) Por renuncia escrita del interesado;
- b) Por falta de inscripción en el periodo escolar correspondiente, sin la autorización del Consejo Interno de la División respectiva;
- c) Por vencimiento del plazo máximo señalado por este reglamento para estar inscrito en los estudios de posgrado;
- d) Por resolución dictada por el Consejo Interno de la División, derivada del incumplimiento de las actividades académicas que se indican en los planes de estudio respectivos;
- e) Cuando el alumno haya entregado documentos falsos y/o no haya cumplido con los requisitos administrativos señalados; y
- f) Y otras que marca la legislación universitaria vigente

La calificación de cada curso o avance de tesis se asignará en escala de 0 (cero) a 10 (diez), siendo 8 (ocho) la calificación mínima aprobatoria. Cada curso será evaluado conforme a los procedimientos estipulados en el Reglamento General de Exámenes. Para permanecer inscrito en los estudios de posgrado de este programa es necesario que el alumno:

1.- Cumpla con las actividades académicas que se establecen en la sección 5.1 de este proyecto, correspondiente a la estructura del plan de estudios, así como todas las actividades extracurriculares que son parte complementaria de su formación tales como asistencia a seminarios, congresos, etc.

2.- Asista a las entrevistas Tutoriales.

3.- Presente al consejo interno de la división un informe semestral avalado por el Comité Tutorial, respecto a los avances de su plan de trabajo académico.

4.- Se dedique a desarrollar de tiempo completo su programa de investigación, teniendo como límite máximo cuatro años y medio para concluir satisfactoriamente su programa de doctorado con la obtención del grado de Doctor en Ciencias en Ingeniería Física.

5.-Apruebe sus materias correspondientes. En caso de no acreditar alguna asignatura podrá cursarla por una segunda y única vez para ser aprobada dentro de los límites de tiempo estipulados por el programa. Reprobar dos asignaturas simultáneamente implica baja definitiva del programa.

6.- Presentar ante su comité tutorial, al menos un avance de tesis por semestre de acuerdo al protocolo de avance de tesis, el cual consiste en.

- a) Una presentación escrita y una exposición oral de los avances de su tesis.
- b) La exposición oral deberá ser a puerta cerrada y servirá tanto para evaluar como para hacer sugerencias para completar el trabajo de tesis en tiempo y forma.
- c) La presentación por escrito deberá ser entregada por parte del estudiante a cada profesor de su comité tutorial con al menos quince días de anticipación antes de su presentación oral. Esta presentación deberá contener los antecedentes, un resumen, en su caso, de los últimos avances presentados, desarrollo teórico y de la practico de las hipótesis, la metodología empleada, los objetivos alcanzados y el trabajo restante y una bibliografía.

### **III.- De los Periodos Escolares**

La duración de los ciclos escolares es semestral: enero – junio y agosto – diciembre, de acuerdo al calendario escolar establecido en esta Universidad.

### **IV.- Bajas de Alumnos**

#### *Artículo 53*

Las bajas en asignatura o unidad de enseñanza y en semestre de los alumnos, deberán contar con la autorización del tutor y el visto bueno del coordinador del programa, quien será el responsable de actualizar los registros correspondientes.

#### *Artículo 54.*

El alumno que después de haber causado baja definitiva, decidiera reiniciar nuevamente estudios de posgrado; podrá hacerlo, por una sola vez, en otro distinto al que curso debiendo cubrir los trámites administrativos de admisión e inscripción señalados en el plan de estudio al que desea ingresar.

#### *Artículo 55.*

El periodo que el alumno permanezca dado de baja no será acumulado para considerarse en el límite de tiempo especificado para estar inscrito en un programa de posgrado<sup>6</sup>.

## V.- De los Planes de Estudio

### Capítulo VI

#### Planes de estudio

##### Artículo 56.

Para los efectos de este reglamento se entenderá por Plan de Estudios al conjunto de elementos académicos y administrativos que se integran con la finalidad de formar un Programa de Posgrado conforme al objetivo establecido en el artículo 2 de este reglamento. Los Planes de Estudios deberán especificar al menos los siguientes elementos<sup>6</sup>:

- a) Nombre del Posgrado;
- b) Objetivos;
- c) Fundamentación;
- d) Vinculación con los sectores social, productivo y de servicios;
- e) Perfil del aspirante;
- f) Perfil del egresado;
- g) Asignaturas y actividades académicas que integran el Plan y la secuencia con que deberán realizarse;
- h) Programas de estudio por asignatura, tipo de curso, incluyendo número de créditos, número de horas de clase, antecedentes académicos, modalidades del proceso enseñanza-aprendizaje a emplear, procedimientos de evaluación y referencias bibliográficas;
- i) Descripción de las actividades académicas complementarias que deberá realizar el alumno y sus procedimientos de evaluación;
- j) Líneas de investigación vinculadas al programa de posgrado;
- k) Lista de profesores y curricula, que incluyan cursos que podrán impartir, y los documentos que comprueben su especialidad y grado académico;
- l) Recursos con que cuenta el programa sede, infraestructura básica, equipamiento, servicios académicos y administrativos y recursos financieros;
- m) Los criterios académicos y administrativos para su operación;
- n) Los mecanismos para su evaluación y actualización;
- o) Toda actividad académica será valorada con números de 0 a 10, siendo la mínima aprobatoria de ocho para las materias;
- p) Descripción del sistema tutorial;
- q) Relación de tutores con sus respectivas líneas de investigación; y
- r) Para los programas de doctorado describir el procedimiento para la organización del Comité Doctoral, formado por 5 elementos, tres titulares y dos suplentes, uno de los cuales será el tutor del alumno.

##### Artículo 57.

Para que sean aprobados y permanezcan vigentes los programas de Estudios de Posgrado, deberán contar y mantener una planta docente mínima de cinco profesores con nombramiento académico de profesor e investigador de tiempo completo para los casos de Maestría y Doctorado, y de tres profesores investigadores de tiempo completo para los programas de Especialización; además de cumplir con las disposiciones que marca el presente reglamento y con las especificadas en el Plan de Estudios aprobado.

##### Artículo 58.

Los Planes de estudio de cada programa, deberán revisarse y actualizarse, en su caso, por lo menos cada 3 años.

*Artículo 59.*

El proceso de enseñanza aprendizaje en el posgrado se implementará a través de cursos teóricos, prácticos, teórico-prácticos, estancias y seminarios, así como de actividades complementarias.

*Artículo 60.*

Todas las actividades académicas definidas en los Programas de Posgrado deberán acumular un número de créditos no menor de los siguientes:

- a) Para los programas de especialización cuenta y cinco créditos;
- b) En los programas de maestría setenta y cinco créditos, de los cuales se podrán asignar a la tesis de la maestría hasta el veinticinco por ciento; y
- c) El programa de doctorado está fundamentado en el trabajo de tesis aprobado por el tutor y en un plan de actividades que le permita adquirir los conocimientos requeridos para su investigación, el cual deberá ser sancionado por su comité doctoral.

*Artículo 61.*

Para los efectos del Plan de estudios, crédito es la unidad de medida o puntuación de cada asignatura o actividad académica y se computará de la forma siguiente:

- a) Las clases teóricas, seminarios y otras actividades que impliquen estudio o trabajo adicional, una hora de clase-semana-semester, corresponde a dos créditos;
- b) En las actividades que no impliquen estudio o trabajo adicional del alumno, una hora-semana-semester, corresponde a un crédito; y
- c) El valor en créditos de actividades clínicas, de prácticas para el aprendizaje de música y artes plásticas, de trabajo de investigación y otros similares que formen parte de los planes y programas de estudio y se realicen bajo supervisión autorizada, se computará globalmente en el propio Plan de Estudios según su intensidad y duración.

*Artículo 62.*

Las asignaturas del Plan de estudios de un programa de posgrado deberán impartirse por lo menos una vez cada dos años.

*Artículo 63.*

Los cursos propedéuticos no tendrán valor en créditos computables.

*Artículo 64.*

La asignación de créditos será con base en la duración del semestre lectivo que fije el calendario escolar aprobado por el H. Consejo Universitario.

*Artículo 65.*

Para cursos con una duración mayor o menor de un semestre lectivo los créditos se computaran proporcionalmente.

*Artículo 66.*

Los créditos se expresaran siempre en números enteros, para lo cual se harán los ajustes necesarios.

*Artículo 67.*

En el Plan de Estudios los cursos y demás actividades académicas que lo integran pueden ser obligatorias u optativas. Las actividades definidas como obligatorias deben ser realizadas por todos los alumnos que sean admitidos en el correspondiente programa de posgrado.

*Artículo 68.*

El alumno que no acredite una asignatura o que decida mejorar su calificación para alcanzar los promedios de permanencia en el posgrado, podrá cursarla por una segunda y única vez.

*Artículo 69.*

En los estudios de posgrado no se concederán exámenes extraordinarios ni extraordinarios de regularización

## **VI.- Diplomas**

*Capítulo VII*

Diplomas, grados y distinciones

*Artículo 70.*

Para obtener Diploma de Especialización será necesario:

- a) Haber cubierto el plan de estudios respectivo;
- b) Presentar un trabajo de tesis definido en cada plan de estudios y su réplica en examen oral;
- c) Cumplir con los demás requisitos establecidos en el Plan de estudios correspondiente y en legislación universitaria; y
- d) En aquellos programas de especialización en que la tesis no sea obligatoria conforme a lo establecido en el plan de estudios, el alumno por lo menos deberá presentar una tesina o un trabajo escrito, y aprobar un examen oral que versará sobre éstos.

### **Del Tutor**

Al iniciar sus estudios de doctorado se le asignará al alumno un comité tutorial coordinado por el director de tesis de doctorado, quien deberá ser un profesor involucrado directamente en el programa. El comité Tutorial estará constituido por el director de tesis, dos profesores titulares y un suplente. La función del comité tutorial será la de supervisar y evaluar los avances del desarrollo el trabajo de investigación y de la tesis del estudiante. El comité tutorial y el tutor o director de tesis serán designados directamente por el Consejo Interno de Posgrado. La designación del comité tutorial será a propuesta por escrito del estudiante del programa con el visto bueno del tutor o director de tesis. Solo excepcionalmente, el alumno podrá cambiar de director de tesis. Para ello deberá solicitarlo por escrito al Consejo Interno de Posgrado de la Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas, argumentando las razones que lo mueven a ello previa autorización del Comité Tutorial.

Son responsabilidades del Comité tutorial y del tutor o de director de tesis:

- 1 Concertar y avalar el plan de trabajo semestral del alumno, lo cual consistirá en recomendar las materias optativas a cursar y supervisar los avances del trabajo de tesis.
- 2 Supervisar y evaluar semestralmente, mediante presentación de avances de tesis por parte del estudiante, el desarrollo de su investigación.
- 3 Es responsabilidad del tutor o director de tesis, dirigir el trabajo de investigación del estudiante encaminado a la elaboración de la tesis de doctorado.
- 4 Proponer al Consejo Interno de Posgrado, de común acuerdo con el estudiante, los integrantes del Jurado para el Examen de Grado del alumno.

*Artículo 34.*

A los alumnos de maestría y doctorado se les asignará obligatoriamente un tutor individual que los oriente o asesore durante el desarrollo de sus estudios.

*Artículo 35.*

El tutor constituye el asesor académico principal del estudiante de grado y fungirá como su director de tesis. También será su orientador profesional durante el desarrollo de sus estudios y el responsable ante la Institución del desempeño académico del alumno. Deberá cumplir además con las siguientes funciones:

- a. Elaborar conjuntamente con el estudiante el Plan de Trabajo que desarrollará durante su formación y registrar la relación académica como Tutor ante el Consejo Interno de la División de Posgrado;
- b. Orientar al estudiante en su formación, investigación, señalamiento de lecturas y otras actividades académicas;
- c. Dirigir al estudiante en la elección del tema de tesis, en la elaboración de la misma y en la preparación del examen de grado;
- d. Estar en disponibilidad para tender la consulta del alumno de grado; y
- e. Formar parte de la mesa sinodal del examen de grado del alumno tutorado.

*Artículo 36.*

En los programas de especialización la tutoría será opcional.

*Artículo 37.*

En el plan de estudios o en las normas complementarias se deberá definir el procedimiento de asignación de tutores para los alumnos, así como los mecanismos de permanencia como tales.

*Artículo 38.*

Todos los tutores reconocidos y participantes en un curso de posgrado, formarán una Academia Tutorial, con funciones de asesoría académica que apoyará con sus conocimientos y experiencia al trabajo de investigación de estudiantes y demás profesores.

*Artículo 39.*

Los integrantes de la Academia Tutorial deberán reunirse al menos dos veces por semestre y evaluar el avance de los objetivos académicos y científicos de cada Tutor. Estas reuniones están presididas por el Coordinador del programa correspondiente, quien deberá elaborar un reporte dirigido al Consejo Interno de la División de Posgrado, para su conocimiento y fines consiguientes

## Fuentes de Financiamiento

### Infraestructura y Recursos Financieros

Las actividades de planeación, organización, promoción, supervisión, coordinación y evaluación de los estudios de posgrado estarán a cargo de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas “Mat. Luis Manuel Rivera Gutiérrez”.

Adicionalmente se cuenta con el apoyo de la Facultad de Ingeniería Civil dependencia a la que pertenecen algunos de los profesores adscritos al programa. Este apoyo consiste en el uso de laboratorios y de bibliotecas y eventualmente en espacios físicos para alumnos.

La dependencia responsable de este programa de posgrado, es decir, la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas “Mat. Luis Manuel Rivera Gutiérrez”, cuenta con los siguientes recursos para la operación del programa avalados por el H. Consejo Técnico de la Facultad:

Cuatro aulas de 4x8 metros c/u, dotadas con mobiliario apropiado para los cursos del posgrado, número que crecerá en la medida en que la población estudiantil se incremente, seis cubículos para 4 estudiantes cada uno.

Un auditorio con capacidad de 100 personas para usos múltiples que puede destinarse a la realización de seminarios, conferencias y reuniones académicas.

Un cubículo de 3x3 metros para cada profesor del núcleo básico.

Un Laboratorio de cómputo con al menos 20 computadoras conectadas a Internet con capacidad de cómputo numérico. Además se cuenta con al menos dos estaciones de trabajo para realizar cálculos científicos. También se cuenta con software como *Fortran90*, *Matlab*, *FemLab-Comsol*, para hacer simulaciones numéricas con elementos finitos, así como software para hacer cálculos con elementos de frontera y para métodos sin malla.

Seis Laboratorios de investigación: de Óptica, de Caracterización y Crecimiento de Películas Delgadas, Laboratorio de sensores ópticos, Laboratorio de Físicoquímica y Fluidos, Laboratorio de vibraciones mecánicas, y Laboratorio de Pruebas No-destructivas, equipados con kits básicos de óptica, 3 mesas holográficas, una campana de vacío, tres microscopios de fuerza atómica, un elipsómetro 5 láseres de He-Ne, un espectrómetro y componentes mecánicas adicionales, shakers,...., etc. Dos Laboratorios de enseñanza: uno de Electromagnetismo y otro de Física General los cuales cuentan con equipo necesario para el área de Instrumentación, como 5 computadoras para adquisición de datos, 6 osciloscopios de 2 y 4 canales, 6 fuentes de poder, 6 generadores de onda, 3 kits demostrativos para el área de electromagnetismo, rieles de aire, sensores ópticos, y componentes adicionales.

Una biblioteca que cuenta con más de 7,000 volúmenes especializados y revistas científicas para satisfacer las necesidades bibliográficas al inicio del programa. Las revistas periódicas científicas a las que cuenta con suscripción.

Además, se cuenta con las bibliotecas de las instituciones participantes, la biblioteca central de la UM y la FCFM mantiene convenios de servicios bibliotecarios recíprocos (préstamo mutuo del acervo), con otras instituciones. La UMSNH pertenece al Consorcio de Universidades para el Acceso a la Información Científica y Tecnológica, con lo cual se tiene garantizado el acceso un número importante de revistas especializadas de Física, Matemáticas e Ingeniería.

En términos de la solidez académica y la factibilidad del programa, este se someterá a consideración de PNPC del CONACYT con el fin de que el mismo sea incluido en el padrón de excelencia del CONACYT. Consecuentemente, los estudiantes de posgrado aceptados en el programa podrán contar con una beca de dicho organismo para la realización de estudios de posgrado. El acervo bibliográfico y el acceso a las instalaciones (cubículos, centros de cómputo, etc.) y el apoyo a las actividades académicas por parte de las instituciones participantes se dará de acuerdo a las líneas de generación y aplicación del conocimiento de cada una de ellas. Los apoyos específicos necesarios para la consecución de acervo complementario se incluirán en el proyecto de egresos de la FCFM de los próximos años; adicionalmente, se buscará apoyo para este fin ante instancias como los PIFI's así como apoyos adicionales ofrecidos por CONACYT.

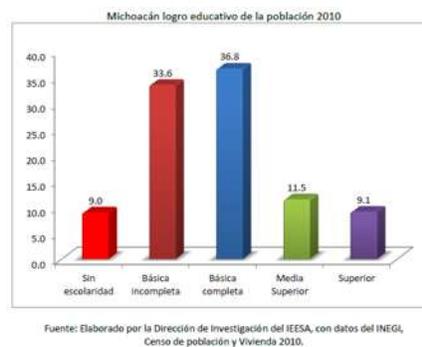
## CAPÍTULO VI

### ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

#### 6.1 Estudio de Oferta y Demanda

El 70.4% de sus habitantes en el año 2010 había concluido algún grado de educación básica, y De este porcentaje, el 36.8% concluyó tanto su primaria como su secundaria. Cabe destacar que el 9% de los habitantes de Michoacán están sin escolaridad.(ver gráfica 6.1.A) Ahora, el 20.6% de los ciudadanos que habitan el estado tiene estudios superiores a la básica, esto es, con bachillerato 11.5% y con universidad 9.1%.Este resultado es desalentador porque sólo un grupo de personas reducido puede aspirar a mejores condiciones de vida<sup>23</sup>.

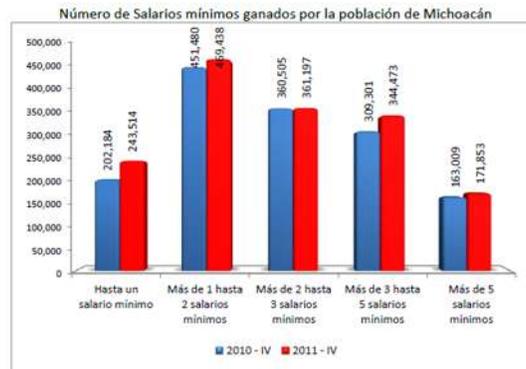
Grafica 6.1.A Nivel de escolaridad en el estado



Existen diversas teorías que avalan la relación entre niveles de escolaridad e ingresos. Para empezar aquí retomaremos la del economista Robert Solow<sup>10</sup> que desarrolló dos teorías para mostrar a la educación como factor del crecimiento económico.

La primera teoría tiene un enfoque microeconómico y muestra que las diferencias existentes entre los ingresos de los individuos es causa de la dosis de escolaridad que alcanzaron. Este enfoque micro, se presenta en la siguiente gráfica. Aquí se visualizan los distintos niveles de salario de la población de Michoacán, salarios que van desde 1 salario mínimo hasta 5 o más; lo importante es observar la relación salario con los niveles educativos ya mencionados en líneas de arriba. En la entidad existían alrededor de 243,514 personas que ganaban hasta un salario mínimo, evidentemente la mayoría son habitantes que no han tenido la oportunidad de ir a la escuela o en su caso concluyeron solamente la primaria. Asimismo, 469,438 personas percibían en 2011 entre 1 y 2 salarios mínimos, y 361,197 alcanzaban de 2 a 3 salarios mínimos, evidentemente son todos aquellos ciudadanos que en su mayoría no concluyeron su educación básica o en su caso el grado máximo de estudio fue terminar su secundaria.<sup>28</sup>

Grafica 6.1.B Distribución del salario

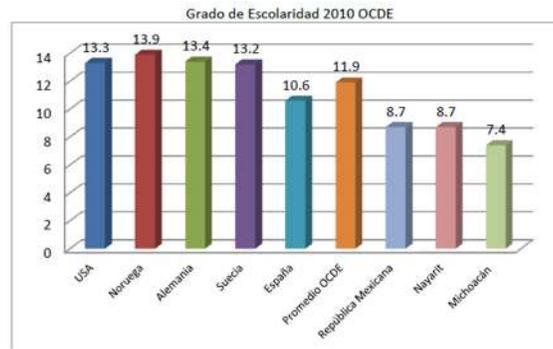


Fuente: Elaboración de la DIIIESA con datos del INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

El estudio del Instituto Mexicano para la Competitividad “Capital Humano en México”, argumenta que a partir de que una persona termina la secundaria, cada año de estudios adicional aumenta en 10% los ingresos a los que podrá tener acceso. El organismo puntualiza que quienes terminan la preparatoria obtienen en promedio un ingreso 34% más alto que quienes sólo terminaron la secundaria, mientras quienes finalizan la universidad o un posgrado tienen en promedio ingresos 132% mayores que quienes sólo terminaron la secundaria. Arriba la gráfica 15 presenta la diferencia indicada, 171,853 personas en Michoacán ganaban más de 5 salarios mínimos, en su mayoría son aquellos habitantes con estudios de bachiller o superiores (sólo 20.6% de la población en Michoacán tiene estudios de bachiller y superior)

La pregunta es ¿los habitantes de Michoacán pueden aumentar sus ingresos? La gráfica 6.1.A indica que existe una gran probabilidad; primero, hay un núcleo de población alrededor de 529,000 entre edades de 15 a 24 años que han cursado algún grado en los niveles de educación básica, todos ellos tienen una amplia gama de oportunidades de seguir estudiando y mejorar sus ingresos. Estados Unidos, una de las economías más grandes del mundo con un grado promedio de escolaridad de 13.3 años y logra un producto per-cápita de 47,350 dólares; mientras México con un promedio de escolaridad de 8.7 años genera 14,400 dólares al año.

Grafica 6.1.C. Comparativo de escolaridad



Fuente: Elaboración de la DIIIESA con datos del Panorama de la Educación 2011

Por otro lado la eficiencia terminal en Michoacán se encuentra ubicada en los últimos lugares respecto al resto del país.

Tabla 6.1.D Indicadores educativos de Michoacán

Cuadro 3.2 Indicadores educativos. Michoacán, 1990/1991-2005/2006						
Indicador	Nacional		Michoacán		Posición relativa de Michoacán	
	1990/1991	2005/2006	1990/1991	2005/2006	1990/1991	2005/2006
Absorción Secundaria	82.3	94.9	70.8	89.2	29	30
Absorción Media Superior	75.4	95.3	66.5	88.3	25	25
Absorción Superior	69.7	79.9	65.5	92.4	17	10
Deserción Primaria	4.6	1.3	3.7	1.7	14	25
Deserción Secundaria	8.8	7.7	11.2	11.1	31	31
Deserción Media Superior	18.8	16.5	15.9	14.7	6	8
Deserción Superior	10.0	7.6	20.3	15.0	29	31
Reprobación Primaria	10.1	4.3	13.3	5.8	27	26
Reprobación Secundaria	26.5	18.0	24.5	23.5	17	29
Reprobación Media Superior	44.2	34.7	43.4	40.3	7	26
Eficiencia Terminal Primaria	70.1	91.8	61.1	87.6	26	26
Eficiencia Terminal Secundaria	73.9	78.2	67.9	67.7	30	32
Eficiencia Terminal Media Superior	55.2	58.3	55.5	60.0	8	12
Cobertura Primaria	95.9	94.1	93.3	95.2	25	9
Cobertura Secundaria	68.0	91.8	54.5	85.0	28	28
Cobertura Media Superior	36.0	58.6	22.7	44.5	29	32
Cobertura Superior	12.3	21.2	7.1	17.1	27	25
Analfabetismo	12.1	8.3	16.9	12.4	26	26

Fuente: SEPa.

### 6.1.1 Estudio de Demanda

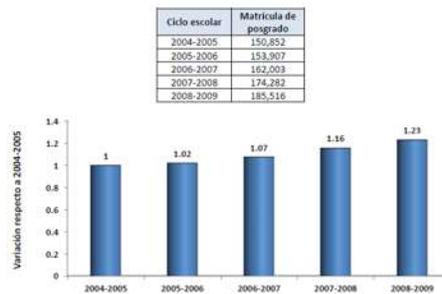
Objetivo: conocer el comportamiento pasado y presente a nivel estatal de los flujos de estudiantes egresados en todos los niveles educativos en el estado así como la probable demanda potencial

Tabla 6.1.2.A Instituciones educativas en Michoacán

Subsistema	Numero de Instituciones	
	Michoacán	Morelia
Universidades	16	8
Tecnológicos	15	3
Normales	13	8
Institutos o Centros de Educación superior	14	9
Centros que Ofertan Posgrado	6	3
Total	64	33

En Michoacán solo tres instituciones ofrecen doctorado, y se encuentran en Morelia, y la única con posgrados en ciencias exactas es la UMSNH.

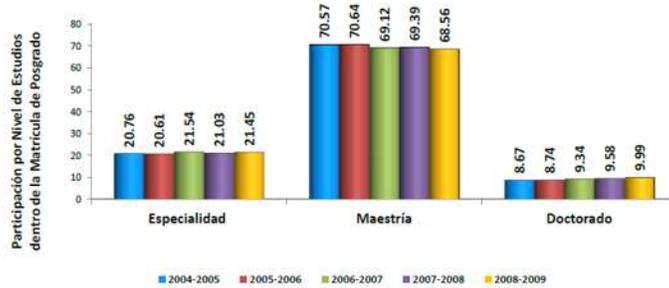
Grafica 6.1.2.B.Matricula en programas de posgrado 2004-2009



Fuente anúes 2009

Distribución porcentual de la matrícula en programas de posgrado en México por nivel de estudios 2004-2009.

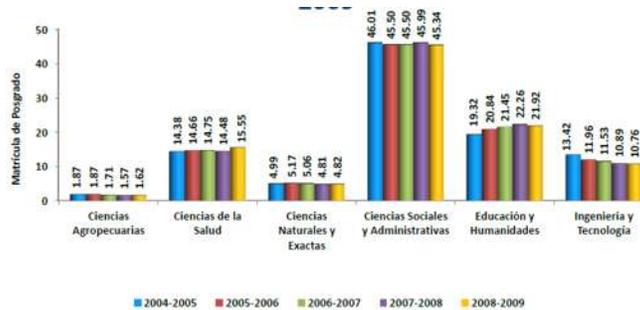
Grafica 6.1.2.C. Distribución del posgrado por áreas



Fuente anuies 2009

Distribución de la matrícula en programas de posgrado en México por área de estudios 2004-2009.

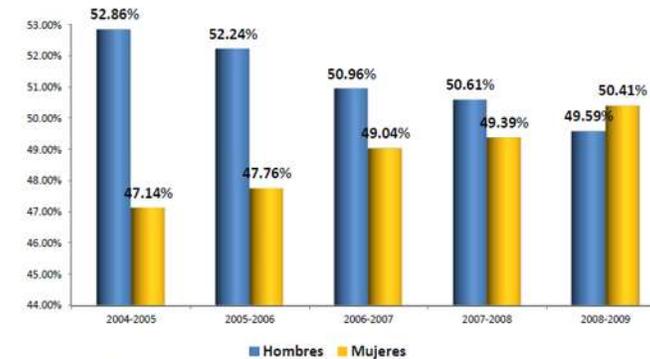
Grafica 6.1.2.D Evolución por áreas de posgrado



Fuente anuies 2009

Distribución de la matrícula en programas de posgrado en México por género 2004-2009.

Grafica 6.1.2.E. Distribución de posgrados por genero



Fuente: Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.  
Anuarios Estadísticos 2004-2009.  
[http://www.anuies.mx/servicios/e\\_educacion/index2.php](http://www.anuies.mx/servicios/e_educacion/index2.php)

Sin embargo, es fundamental primero, aumentar la cobertura de educación superior en nuestro país. De acuerdo con la SEP, durante el ciclo 2011-2012 la cobertura fue de 32.8%; lo que significa que 3 de cada 10 jóvenes en edad de cursar estudios superiores están inscritos en algún programa educativo. De este porcentaje, la educación superior se distribuye principalmente en estudiantes de licenciatura con 88.9%, le sigue profesional asociado o técnico superior con 3.9% y los estudiantes de posgrado representan el 7.2% de los estudiantes. Para el ciclo 2011-2012, los alumnos a nivel licenciatura eran solo 2 millones 676 mil y los alumnos de posgrado 228,941.

### Evolución Cuantitativa de la Educación en el Estado

Este documento contiene un estudio de factibilidad para el Doctorado en Ciencias en Ingeniería donde puede apreciarse que el crecimiento de la matrícula es apreciable

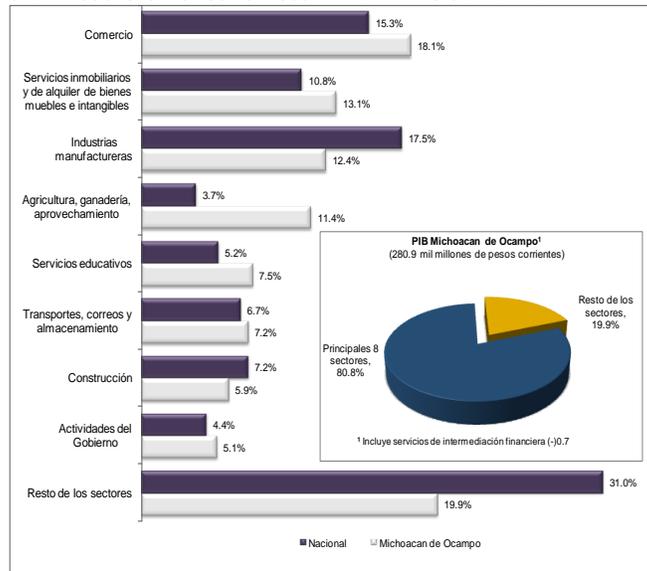
Tabla 6.1.2.F. Matrícula en Michoacán

Cuadro 3.7 Crecimiento poblacional y matrícula. Michoacán, 1990-2006							
	Población		Tasa anual de crecimiento (%)		Matrícula		Tasa anual de crecimiento (%)
	1990/91	2005/06	1990-2006	2006-2015	1990/91	2005/06	1990-2006
Primaria (6 a 12 años)	709,115	640,907	-0.630	-1.869	661,606	610,309	-0.503
Secundaria (13 a 15 años)	286,229	275,616	-0.236	-1.089	155,935	234,366	2.579
Media superior (16 a 18 años)	261,653	258,942	-0.065	-0.995	59,499	115,250	4.219
Superior (19 a 24 años)	422,248	443,284	0.293	-0.506	29,814	75,586	5.892

Fuente: Cálculos propios con base en SEPa y Conapo (2007c).

En lo económico para el año 2009 la industria representa el 12.4% del PIB y sigue creciendo, y con ello demandando personal calificado para este sector.

GRAFICA 6.1.2.G. PARTICIPACIÓN DE LOS SECTORES ECONÓMICOS EN EL PIB NACIONAL Y EN EL PIB DE MICHOACÁN DE OCAMPO 2009



## Entorno Nacional y Retos Planteados por el Crecimiento Demográfico

Por más de cuatro siglos y medio, a partir de 1551, año en que fue fundada la Real Pontificia Universidad de México, Este país ha ido construyendo su sistema de educación superior que si bien es el más antiguo de América presenta algunos problemas y limitaciones. En las últimas décadas se ha registrado una explosión de pequeñas instituciones que ofrecen uno o dos programas de estudio y cuentan con un número reducido de alumnos. Estas instituciones interactúan con las más antiguas y grandes universidades del país, tanto públicas como privadas, las cuales en su caso tienen miles de estudiantes a los que ofrecen programas de licenciatura, especialización maestría y doctorado, algunas de las cuales han alcanzado prestigio y reconocimiento internacional.

“Las Universidades del país viven hoy transiciones difíciles. Las presiones demográficas y sociales, las exigencias políticas, las angustias presupuestales, los cambios culturales y educativos y sobre todo los retos de la economía nacional e internacional, las abruma y las enfrentan a decisiones nada fáciles. Se les exige calidad, se las obliga a modernizarse, a ser eficientes, a preparar los cuadros que requiere el mercado, a desarrollar una cultura empresarial, a innovar en sus métodos pedagógicos y en sus procesos de gestión, a evaluarse y acreditarse sobre bases sólidas; y se les propone la “sociedad del conocimiento” como el paradigma obligado del futuro: si el conocimiento es –y lo será cada vez más- el eje vertebrador de las economías globalizadas, corresponde a los sistemas educativos y sobre todo a las universidades generar, proveer y distribuir ese conocimiento indispensable”.<sup>29</sup>

En el contexto internacional México se encuentra en una situación desfavorable ante sus principales socios comerciales en lo que se refiere a grado de escolaridad.

Tabla 6.1.2.H comparativo de educación



País	Años de Escolaridad
Noruega	13.9
Estados Unidos	13.3
Canadá	13.2
Corea del Sur	12
Promedio OCDE	<b>11.9</b>
Francia	11.6
Fiandia	11.2
Chile*	10.6
México	<b>8.6</b>
Brasil**	6.6

\* Fuente: OCDE, Perfil Educativo.  
\*\* Fuente: Instituto de Estadística (2001). Estadísticas educativas.  
\*\*\* OCDE (2005). Perfil Nacional por muestra de docentes 2001-2005

Se requerirá de un esfuerzo extraordinario, para aumentar el grado de escolaridad en el país, además de mejorar la calidad, mejora en los programas de estudio, diversificación de áreas del conocimiento pero sobre todo un creciente impulso en las áreas de ciencias e ingeniería. La preponderancia de graduados en los campos de las ciencias sociales y la educación en los países con niveles más bajos de riqueza nacional se vincula directamente con la proporción más baja de graduados en los campos de las ciencias y la salud. Las proporciones más altas de egresados en salud se observan en países de altos ingresos, como Dinamarca, Alemania, los Países Bajos, Noruega y Suecia, con más de 20% de los egresados.

Como se mencionó anteriormente, resulta más caro impartir estos últimos programas. Al mismo tiempo, la demanda es general mente inferior para la atención de la salud en estos países. Porque fracciones de magnitud considerable de la población no pueden costear estos servicios. De igual modo, la proporción de egresados en los campos relacionados con ciencia y tecnología, (como ingeniería, arquitectura, ciencias de la vida y físicas, matemática y computación) varía sustancialmente en los países desarrollados y en desarrollo.

En la República de Corea del Sur, estos campos representan 39% de todos los graduados, lo cuales tres veces más alto que en Israel o los Estados Unidos (los dos países de ingresos altos con la proporción más baja de egresados en el campo de la ciencia). En Finlandia, Francia, Irlanda y Suecia, casi 30% de los egresados provienen de los campos de la ciencia. La proporción suele ser muy inferior en los países con ingresos nacionales bajos y tasas de graduación más deficientes pero también más divergente. Por ejemplo, en estos países las proporciones más altas de egresados en el campo de las ciencias se registraron en Irán(37%), Kenia (30%), México (28%) y Trinidad y Tobago (30%)

Tabla 6.1.2.I. TOTAL DE INVESTIGADORES, POR PAIS  
Número de investigadores en equivalente de tiempo completo

País	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Alemania	230,189	235,793	237,712	254,691	257,874	264,385	265,812	268,943	-
Argentina	-	24,804	25,419	26,004	26,420	25,656	26,083	27,367	29,471
Brasil	-	-	-	-	59,838	-	-	-	-
Canadá	90,490	93,210	95,250	98,813	108,492	114,957	112,624	-	-
Corea	99,433	102,660	92,541	100,210	108,370	136,337	141,917	151,254	-
Chile	5,163	5,278	5,439	5,549	5,629	5,712	6,942	7,085	-
E. U. A.	-	1,159,908	-	1,260,920	1,289,262	1,320,096	1,334,628	-	-
España	51,633	53,883	60,269	61,568	76,670	80,081	83,318	92,523	-
Francia	154,827	154,742	155,727	160,424	172,070	177,372	192,790	-	-
Italia	76,441	65,694	65,354	65,098	66,110	66,702	71,242	-	-
Japón	617,365	625,442	652,845	658,910	647,572	675,898	646,547	675,330	-
México	19,895	21,418	22,190	21,879	22,228	23,390	31,132	33,484	33,907
Reino Unido	144,735	145,641	157,662	-	-	-	-	-	-
Suecia	-	36,878	-	39,921	-	45,995	-	47,836	-

La cifra para 2004 es estimación, Fuentes: OECD. Main Science and Technology Indicators, 2005-2, RICYT. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología, 2004.- = dato no disponible

## 6.1.2 Análisis de Oferta

Aunque las políticas sobre el posgrado en nuestro país son muy recientes, los estudios de posgrado se remontan hasta la universidad colonial. Si bien importa en este trabajo fundamentalmente la situación presente del posgrado, es importante no perder de vista la dimensión histórica y los antecedentes. En México, casi en paralelo con la Universidad Nacional a la que se incorporó, surgió en 1910 la Escuela Nacional de Altos Estudios, precisamente con el objetivo de: Perfeccionar, especializándolos y llevándolos a un nivel superior, estudios que en grados menos altos se realicen en las Escuelas Nacionales Preparatorias, de Jurisprudencia, de Medicina, de Ingeniería y de Bellas Artes, o que estén en conexión con ellos; proporcionar a sus alumnos y a sus profesores los medios para llevar a cabo, metódicamente, investigaciones científicas que sirvan para enriquecerlos conocimientos humanos y formar profesores de las escuelas secundarias y Profesionales.

En 1925, la Escuela se transformó en Facultad de Filosofía y Letras, Normal Superior y Escuela de Estudios Superiores o Escuela de Graduados y, luego, se separó en 1937 la sección de Ciencias para convertirse en la Facultad de Ciencias y, permanecer ella misma como Facultad de Filosofía y Letras. En 1935, Lázaro Cárdenas creó el Consejo Nacional

de la Educación Superior y de la Investigación Científica (CONESIC), como órgano de consulta para la creación y organización de institutos que tuvieron por objeto practicar investigaciones científicas y regular el trabajo de los establecimientos de educación superior. Durante el régimen cardenista se crearon en la UNAM los Institutos de Física, de Matemáticas y de Biología. Además, se crearon el Instituto Agropecuario y el de Salud y Enfermedades Tropicales; en el área de ciencias sociales, el Instituto de Antropología y la Casa de España, que se convirtió luego en el Colegio de México.

La existencia del CONESIC se limitó a dos años, debido a la falta de infraestructura educativa y de investigación científica así como a las pugnas internas en el país. Se quiso impulsar al desarrollo tecnológico con la creación del Instituto Politécnico Nacional en 1936 como expresión de la política de industrialización adoptada por el régimen. En 1942 se creó la Comisión Impulsora y Coordinadora de la Investigación Científica (CICIC) que tuvo un papel poco relevante; fue sustituido en 1950 por el Instituto Nacional de la Investigación Científica (INIC). Durante los años cuarenta, cuando se puede ubicar propiamente el inicio de los estudios de posgrado, se empezó a manifestar la preocupación por coordinar los esfuerzos en el ámbito de la educación superior y por planear su desarrollo. Luego de reunirse con ese objeto durante varios años, los rectores y directivos de educación superior acordaron constituir, en 1950, la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior (ANUIES). Esa instancia tuvo un papel importante, en cierto modo supletorio, ante la ausencia en la administración pública de un aparato especializado.

La UNAM creó la Escuela de Graduados en 1946, con el fin de coordinar la enseñanza de los estudios realizados después de haber obtenido el título profesional en las diferentes facultades y escuelas. Es entonces cuando se definen y se distinguen los "altos estudios" o estudios superiores" como de poslicenciatura, es decir, como estudios de posgrado. En 1956, el Consejo Universitario de la UNAM decidió suprimir la Escuela de Graduados, creó el Consejo de Doctorado y confirió a sus escuelas la atribución de ofrecer cursos y de otorgar títulos de posgrado. En 1967, con la implantación por primera vez de un reglamento general de estudios de posgrado, el Consejo de Doctorado pasó a ser Consejo de Estudios de Posgrado. En 1960, el Consejo Universitario de la UNAM había intervenido para la creación o modificación de programas en el caso de 20 doctorados, 16 maestrías y una especialidad; de 1960 a 1970 intervino en el caso de 24 doctorados, 54 maestrías y 89 especialidades; de 1971 a 1979 intervino en 43 doctorados, 127 maestrías y 67 especialidades. El Instituto Politécnico Nacional (IPN) desde sus inicios en 1936 impartió cursos de posgrado en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. En 1946, se facultó a la Escuela de Ciencias Biológicas para otorgar los grados de maestro y de doctor en Ciencias, a partir del trabajo de investigación que esta Escuela realizaba. Para mediados de los noventa, cada una de sus escuelas superiores contaba con una sección de estudios de posgrado e investigación y, en conjunto, sumaban 100 programas, 773 profesores y 2300 estudiantes. De gran importancia para el desarrollo del posgrado fue la creación, en 1961, del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) del IPN abocado fundamentalmente a conjugar la investigación con la formación de posgrado en diferentes áreas y disciplinas. El CINVESTAV ha desarrollado programas de la más alta calidad y se ha expandido en una red de unidades especializadas ubicadas en diversas partes del país.

En 1970 se creó el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Desde su inicio se constituyó con un sistema de becas para estudios de posgrado impulsando la creación y el desarrollo de programas, al igual que con apoyos económicos adicionales para fortalecer su infraestructura y equipamiento. Cabe señalar que en 1970 sólo 13 instituciones de educación superior tenían programas de posgrado y la matrícula en todos sus niveles era de 4,088 estudiantes.

En 1978, la SEP y la ANUIES en forma conjunta formularon el Plan Nacional de Educación Superior, uno de cuyos programas estaba centrado en la creación de nuevos programas de posgrado, y establecieron la Coordinación Nacional para la Planeación de la Educación Superior (CONPES). En el programa concerniente al posgrado se puso énfasis en la coordinación, la planeación y la colaboración interinstitucional.

En 1985, en el marco de la CONPES para formular el Programa Integral para el Desarrollo de la Educación Superior (PROIDES), se constituyeron grupos interinstitucionales de trabajo para ese efecto. El posgrado fue objeto de atención de los grupos abocados a la docencia y a la investigación, en lo relativo al diagnóstico y a la propuesta de políticas. En forma expresa, en el primer Congreso Nacional de Posgrado, organizado por la UNAM, se hizo una presentación sobre los estudios de posgrado en el PROIDES.

Durante 1986, la Asamblea General de la ANUIES aprobó el Programa Integral de Desarrollo de la Educación Superior (PROIDES), formulado en forma conjunta con la SEP. Entre sus proyectos nacionales estaba uno relativo a la coordinación y el mejoramiento del posgrado. Por su parte, y fuera del esquema de concertación, el CONACYT implantó, en 1991, un Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia, en el cual debían estar registrados los programas para que pudieran obtener apoyos, También en ese tiempo, la ANUIES y la SEP establecieron los primeros Comités Interinstitucionales de Evaluación de la Educación Superior, comités de pares académicos por funciones y áreas del conocimiento, los El Programa de Desarrollo Educativo de 1995-2000 no se ocupó propiamente del posgrado, y aunque se planteó la duplicación de la matrícula como una meta del crecimiento del posgrado, no se definieron de manera explícita políticas públicas para el desarrollo y la consolidación de este nivel de estudios.

En la parte relativa al diagnóstico de la educación superior hay algunos datos que conviene destacar relacionados con el posgrado: la matrícula en ese ciclo de estudios pasó de 1994 a 2000 de 66 mil estudiantes a 129 mil estudiantes, cantidad que representaba 6.3% de la matrícula general de educación superior que ese año alcanzó cerca de los dos millones 200 mil estudiantes. También en el 2000 se ofrecieron 3,900 programas de posgrado; la matrícula estaba distribuida en los siguientes porcentajes: 22% en especialización, 71% en licenciatura y 7% en doctorado; las instituciones públicas atendían al 59.4 de la matrícula y las privadas al 40.6% restante. El PROMEP, 2004, había 561 programas en el PFPN, 233 en el PNP y 328 en el PIFOP. El mayor porcentaje de los programas en el PFPN corresponde al área de Física, Matemáticas y Ciencias de la Tierra con 24% y el menor a Humanidades y Ciencias de la Conducta con 9%. En el PIFOP, el mayor porcentaje corresponde al área de Ingeniería con 30% y el menor con 6% a la de Física, Matemáticas y Ciencias de la Tierra y la de Humanidades y Ciencias de la Conducta. Sin embargo, es de señalar que de 4,842 programas registrados por la ANUIES en 2003, sólo estaban en el PFPN el 11.5% en el ciclo 2003-2004, lo cual hace evidente que las políticas actuales son insuficientes y sólo cubren una porción del posgrado nacional, fundamentalmente al sector de programas que están orientados a la ciencia y la tecnología. En el estado de Michoacán, la oferta educativa

en posgrado y particularmente en doctorado es más limitada que en el norte o en el centro del país, las únicas instituciones que ofrecen el grado de doctorado en la entidad son: la UMSNH, el Tecnológico de Monterrey (campus Morelia) y la UNAM (campus Morelia). La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo abarca más del 80% de los posgrados en la entidad con la siguiente distribución para el ciclo escolar 14/15:

***Distribución del doctorado en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo:***

Área del conocimiento	Alumnos
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ciencias Exactas, de la Tierra, del Mar y de la Atmósfera:               <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Doctorado en Ciencias en el Área de Física</i> 21</li> <li><i>Doctorado en Matemáticas</i> 08</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Humanidades y Ciencias de la Conducta:               <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Programa Inter. de Doctorado en Arquitectura</i> 05</li> <li><i>Programa Inter. de Doctorado en Historia</i> 39</li> <li><i>Doctorado en Filosofía</i> 22</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ciencias Sociales:               <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Doc. en Ciencias del Desarrollo Regional</i> 06</li> <li><i>Doc. en Ciencias en Negocios Internacionales</i> 27</li> <li><i>Doctorado Interinstitucional en Derecho</i> 00</li> <li><i>Doctorado Interinstitucional en Psicología</i> 02</li> <li><i>Doctorado en Administración</i></li> <li><i>Doctorado en Negocios Internacionales</i> 12</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Biotecnología y Ciencias Agropecuarias:               <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Opción de Biología Experimental</i> 20</li> <li><i>Manejo de los Recursos Naturales (Biología)</i> 05</li> <li><i>Opción en Recursos Bióticos (Biología)</i> 01</li> <li><i>Ciencias Agrícolas (Biología)</i> 02</li> <li><i>Biotecnología Alimentaria (biología)</i> 01</li> <li><i>Doc. Biotecnología Molecular Agropecuaria</i> 08</li> </ul> </li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ingeniería y Tecnología:               <ul style="list-style-type: none"> <li><i>Doc. en Sistemas Electricos (Ing Electrica)</i> 11</li> <li><i>Doc. en Sistemas Computacionales (Ing. Elec.)</i> 09</li> <li><i>Doc. Sistemas de Control (Ing. Electrica)</i> 04</li> <li><i>Doc. en C. Metalurgia y C. de los Materiales</i> 15</li> <li><i>Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química</i> 17</li> </ul> </li> </ul>	
<b>Tecnológico de Monterrey (campus Morelia)</b>	
<i>Doctorado en Innovación Educativa (en línea)</i>	--
<b>UNAM (campus Morelia)</b>	
<i>Doctorado conjunto en Matemáticas UNAM-UMSNH</i>	08

## Estudio de Competencia

En Michoacán los posgrados de doctorado en las diversas áreas en la gran mayoría solo son impartidos por la UMSNH. En el país posgrados similares al propuesto en la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas (doctorado en Ciencias en Ingeniería Física), solo se ofrecen en las siguientes instituciones:

Universidad Autónoma de Nuevo León (doctorado en Ingeniería Física Industrial), Cinvestav Monterrey (Doctorado en Ciencias en Ingeniería y Física Biomédicas), unam (*Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales*), Universidad iberoamericana (Doctorado en Ciencias de la Ingeniería). Los contenidos de los programas son similares no iguales cada uno enfocado a alguna área en particular, de los cuales dos se imparten en instituciones privadas y tres en públicas.

## Matricula a Nivel Posgrado

La formación de la población en niveles de instrucción altos, como son los programas de licenciatura y/o programas de posgrado, le dan al capital humano una mayor cualificación. Esta cualidad es detonadora de mayor productividad y, por ende, de mayor crecimiento económico en una sociedad. La matrícula de licenciatura y posgrado en la entidad durante el periodo 2004 a 2008; así mismo, se hace un pequeño análisis de la infraestructura para la ciencia y tecnología que el estado posee, considerando centros de investigación, escuelas en posgrado y licenciatura, entre otras variables.<sup>26</sup>

Con base en datos de la ANUIES, durante los ciclos escolares comprendidos entre 2004 y 2008 la matrícula de Licenciatura Universitaria y Tecnológica (LUT) en el estado ha mostrado un crecimiento de 0.8%, tasa que se sitúa por debajo de la tasa promedio nacional de 2.7%. Así mismo, se señala que la entidad agrupa 3% del total de matriculados en el país en este nivel de estudios; sin embargo, se destaca que la entidad cuenta con un alto porcentaje de alumnos matriculados en áreas afines a la ciencia y la tecnología, es decir, del total de alumnos del estado matriculados en LUT, 51% se encuentran en áreas como Ciencias Agropecuarias, Ciencias de la Salud, Ciencias Naturales y Exactas e Ingenierías. Por otra parte, la matrícula de posgrado ha crecido a una tasa mayor que la matrícula de licenciatura. Durante el mismo periodo el crecimiento promedio anual de alumnos inscritos en posgrado en el estado fue de 4%, tasa que es equivalente a la tasa de crecimiento promedio nacional. Así mismo, el estado posee 1.81% de estudiantes matriculados en nivel posgrado con respecto al total nacional. Con respecto a la matrícula de posgrado en áreas afines a CyT, el estado posee 1.03% del total de su matrícula de posgrado, siendo el área de Ingeniería y Tecnología, donde existe la mayor matriculación de alumnos de posgrado.

## Infraestructura para la Investigación y Productividad Científica

El contar con centros de investigación, instituciones de posgrado, universidades, etcétera, es contar con infraestructura que favorece la creación y transmisión de conocimiento. El conocimiento por sí mismo no transforma a las economías ni a las sociedades; tal capacidad se da sólo cuando la generación de conocimiento tiene la

infraestructura necesaria para gestarse y difundirse. En el estado de Michoacán se tienen identificadas tres instituciones donde se imparten programas de posgrado pertenecientes al Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC). En total estas instituciones agrupan cuarenta y cinco programas del doctorado, siendo el nivel maestría donde se encuentra el mayor número de becas: 510 del total, Mientras que 289 son de nivel doctorado y sólo 7 corresponden a estudios de especialidad.

Tabla 6.1.3.A. Programas PNPC Michoacán

Institución	Programas PNPC
El Colegio de Michoacán, AC	7
Instituto Tecnológico de Morelia	4
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	34
<b>Total</b>	<b>45</b>

Fuente: FCCyT con base en datos del CONACYT.

El Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES) es la entidad que se encarga de regular los procesos de acreditación y dar certeza de la capacidad académica, técnica y operativa de los organismos acreditadores (COPAES, 2011). De ahí la importancia de que las entidades certifiquen y acrediten sus programas de educación superior.

Tabla 6.1.3.B. Licenciaturas certificadas por el COPAES 2009 en el estado de Michoacán

Institución	Licenciaturas certificadas
<b>Instituto Tecnológico de Jiquilpan</b>	<b>2</b>
Ingeniería Bioquímica	1
Ingeniería Industrial	1
<b>Universidad del Caribe</b>	<b>4</b>
Administración	1
Electrónica	1
Ingeniería Bioquímica	1
Ingeniería en Materiales	1
Ingeniería en Sistemas	1
Computacionales	1
Ingeniería Industrial	1
Ingeniería Mecánica	1
Licenciatura en Informática	1
<b>Instituto Tecnológico de Zitácuaro</b>	<b>4</b>
Administración	1
Contaduría	1
Industrial	1
Ing. en Sistemas Computacionales	1

Institución	Licenciaturas certificadas
<b>Instituto Tecnológico Superior de P'urhépecha</b>	<b>1</b>
Ing. Industrial	1
<b>Universidad Latina de América, A.C.</b>	<b>2</b>
Licenciado en Psicología	1
Licenciatura en Ciencias de la Comunicación	1
<b>Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo</b>	<b>16</b>
Administración	1
Informática Administrativa	1
Ing. Electrónica	1
Ingeniería Civil	1
Ingeniería Eléctrica	1
Ingeniería en Computación	1
Ingeniería en Tecnología de la Madera	1
Ingeniería Mecánica	1
Ingeniería Química	1
Licenciatura en Biología	1
Licenciatura en Contaduría	1
Licenciatura en Economía	1
Licenciatura en Enfermería	1
Licenciatura en Psicología	1
Médico Cirujano y Partero	1
Médico Veterinario Zootecnista	1
<b>Total licenciaturas certificadas</b>	<b>33</b>

Fuente: COPAES, 2011, en <http://www.copaes.org.mx/home/Programas.php> Consultado en julio de 2011.

De acuerdo con datos del CONACYT, en la entidad se encuentran ubicados tres centros de investigación de la Red CONACYT. Éstos son: El Colegio de Michoacán con sede en Zamora y subsede en La Piedad, y el Instituto de Ecología con una subsede en Pátzcuaro. Estos centros pertenecen a los subsistemas de Ciencias Sociales y Humanidades y al Subsistema de Ciencias Exactas y Naturales. El estado de Michoacán cuenta con 33 licenciaturas certificadas por el COPAES, que se ubican en seis instituciones de educación superior; el mayor porcentaje de éstas son del área de Ingeniería, y un menor porcentaje es de las áreas administrativas.

Grafica 6.1.3.C: Infraestructura para la investigación en el estado

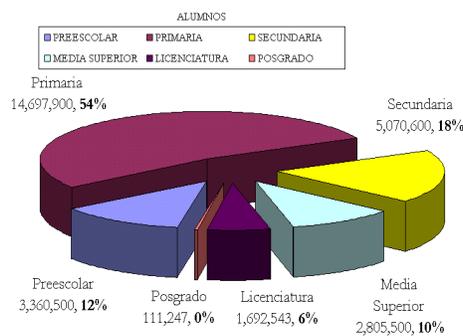


### 6.1.3 Análisis Oferta Demanda

#### *Crecimiento de la matrícula en posgrado*

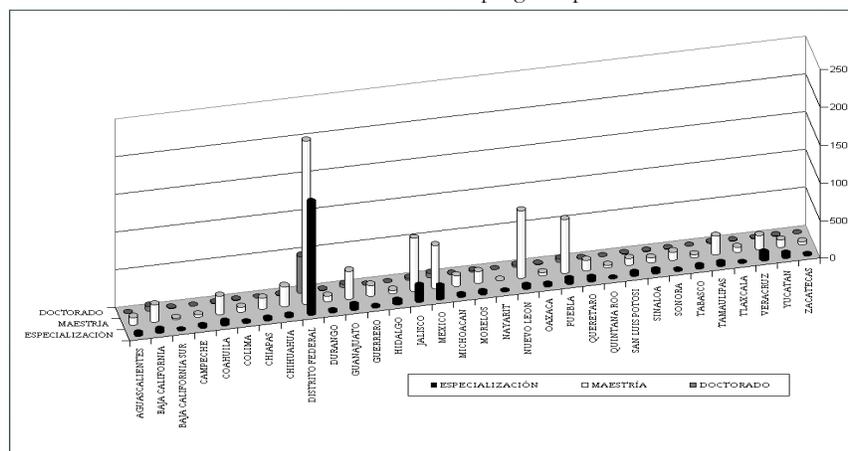
En nuestro país la población escolar ha crecido en todos los niveles, muestra de ello es la actual distribución. Para 1999, la ANUIES (2000) reportó una matrícula de preescolar de 3'360,500; para primaria 14'697,900; para secundaria 5'070,600; para educación media superior 2'805,500; para educación superior 1'692,543 y para posgrado 111,247, haciendo un total de 27'738,290, lo cual significa que poco más de la cuarta parte de la población detectada para 1999 estaba cursando algún nivel escolar.

Grafica 6.1.4.A. Sistema educativo nacional, alumnos por nivel escolar



Fuente: Anuario Estadístico de la ANUIES, 2000.

Tabla 6.1.4.B. Distribución del posgrado por entidad



Para el año 2000, de los 118,099 estudiantes que cursaban posgrados en nuestro país, lo hacían 27,406 en una especialidad, 82,286 en maestría y 8,407 en doctorado, es decir, la concentración hasta hace dos años estaba en maestría:

<i>Especialidad</i>	27,406
<i>Maestría</i>	82,286
<i>Doctorado</i>	8,407
<i>Total</i>	118,099

Para el 2007 la tendencias continua hay una gran diferencia entre la matrícula de la maestría y el doctorado

Tabla 6.1.4.C Distribución de programas en areas

TABLA 1 DISTRIBUCIÓN DE PROGRAMAS Y ESTUDIANTES DE POSGRADO EN MÉXICO, 2006-2007										
Área de estudio	Programas					Alumnos			Total	
	Esp.	Maes.	Doct.	Abs.	%	Esp.	Maes.	Doct.	Abs.	%
Ciencias Agropecuarias	25	112	45	182	3.1	344	1,886	542	2,772	1.7
Ciencias de la Salud	608	208	49	865	14.6	18,632	3,947	1,312	23,891	14.7
Ciencias Naturales y Exactas	22	197	123	342	5.8	273	4,968	2,953	8,194	5.1
Ciencias Sociales y Administrativas	573	1,835	147	2,555	43.5	11,411	58,441	3,861	73,713	45.5
Educación y Humanidades	113	719	133	965	16.4	1,418	29,771	3,566	34,755	21.5
Ingeniería y Tecnología	159	679	136	974	16.6	2,820	12,957	2,901	18,687	11.5
<b>Total Nacional</b>	<b>1,500</b>	<b>3,750</b>	<b>633</b>	<b>5,883</b>	<b>100</b>	<b>34,898</b>	<b>111,970</b>	<b>15,135</b>	<b>162,012</b>	<b>100</b>

Fuente: ANUIES (2007).

En Michoacán solo en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo existen matriculados 802 alumnos en las maestrías y solo 203 en los doctorados en para el ciclo escolar 2013/2014 según datos de planeación universitaria, solo el 25.3% continua un doctorado en la misma universidad, la diversificación de doctorados es primordial para el desarrollo de la región y el país.<sup>30</sup>

# CAPÍTULO VII

## PLAN DE DESARROLLO DEL PROGRAMA DE DOCTORADO EN INGERIERÍA FÍSICA

### I.- INTRODUCCIÓN

El programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, se planea iniciar en el momento que sea autorizado por las autoridades correspondientes comenzado con el curso propedéutico, posteriormente se dará inicio a la apertura del primer semestre.

El curso propedéutico tendrá como finalidad la nivelación y homogenización de los conocimientos de los aspirantes al doctorado (provenientes de diferentes disciplinas del conocimiento) y en su caso (cuando la demanda educativa sea amplia), se considerara un criterio de selección más riguroso para la selección de ingreso al programa. Tendrá una duración de 4 semanas y comprenderá las materias referidas a Matemáticas Avanzadas, Electromagnetismo, Estructura de la materia y Mecánica clásica. En el desarrollo del programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, se identifican tres fases para la consolidación del mismo:

Corto Plazo.	Fase de implantación.- que comprende el periodo 2016-2017
Mediano Plazo.	Fase de consolidación.- que comprende el periodo 2018-2020
Largo Plazo.	Fase de expansión.- que comprende el periodo 2020 en adelante.

### II.- ANTECEDENTES

El doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, es un programa de posgrado que no se ofrece en ninguna otra universidad de estado de Michoacán, en el país se ofrecen programas similares en las universidades de: Universidad Autónoma de Nuevo León (doctorado en Ingeniería Física Industrial), Cinvestav Monterrey (Doctorado en Ciencias en Ingeniería y Física Biomédicas), unam (*Doctorado en Ciencia e Ingeniería de Materiales*), Universidad iberoamericana (Doctorado en Ciencias de la Ingeniería). Las cuales son alternativas para seguir un posgrado en Ciencias en Ingeniería en el país.

### III.- OBJETIVOS GENERALES

Formar científicos con conocimientos sólidos para que participen en labores de investigación, de desarrollo e innovación de nuevas tecnologías y de formación de recursos humanos empleando los conocimientos de la física, las matemáticas y la ingeniería.

### IV.- PERSPECTIVAS LABORALES DEL EGRESADO

El programa de doctorado en Ciencias en Ingeniería física, cubre la mayor parte del conocimiento en ciencias físicas y exactas:

- Perfecciona y desarrolla métodos de análisis y cálculos de fenómenos físicos.
- Realiza la formulación teórica de los fenómenos físicos que están involucrados en un proyecto.
- Diseña ensayos y prototipos para la investigación.
- Diseña la instrumentación para la realización de mediciones físicas en proyectos muy diversos.
- Detecta y resuelve problemas de física aplicada, aportando soluciones avanzadas y \*viabiles en áreas como la \*física nuclear, la mecánica, la electrónica, la astronomía, la \*termodinámica, la óptica, la acústica, la electricidad y el magnetismo, etc.

En sus investigaciones realiza experimentos, recoge datos, realiza análisis de la situación física que allí ocurre, describe qué relaciones existen entre los factores del fenómeno que observa, luego intenta expresar esas relaciones en forma matemática creando un Modelo Matemático, el cual describirá lo mejor posible lo que observa y con el cual podrá predecir qué sucedería si se dan ciertas condiciones que le interesan. Realiza nuevos experimentos para ver si las predicciones del modelo son correctas, si no lo son, eso quiere decir que el modelo no es correcto y entonces reformula el modelo, mejorándolo o cambiándolo por completo.

- Desarrolla herramientas de simulación para sistemas físicos a partir del modelo matemático.
- En su labor maneja software y usa Sistemas Informáticos.
- Evalúa resultados de investigaciones y experimentos y formula conclusiones.
- Desarrolla mejoras y brinda soluciones a problemas de ingeniería.

Integra equipos multidisciplinarios de investigación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnología o adaptación de tecnologías ya existentes a procesos físicos industriales, relacionados con:

- Sistemas electrónicos
- Sistemas de control y procesos
- Sistemas de manufactura
- Sistemas de inteligencia artificial
- Sistemas de ingeniería ambiental
- Entre otros.

En lo industrial también se orienta a la industria de la transformación de materiales, efectuando experimentos, ensayos y análisis sobre la estructura y propiedades de la materia en estado sólido y su comportamiento cuando está sometida a diferentes condiciones de temperatura, presión, fatiga, o de otra índole.

- En la medicina, específicamente aborda las áreas que guardan relación con la óptica y la física nuclear.
- En el ámbito del Medio Ambiente, desde su perspectiva física aporta a la producción de energías alternativas, control de la contaminación atmosférica y acústica, gestión de residuos y energías renovables.
- Aporta a la Biotecnología utilizando técnicas físicas para descifrar procesos biológicos.
- Aporta a la Geofísica en estudios respecto de la gravedad, magnetismo terrestre, mareas, terremotos, tsunamis, etc.
- Aporta a la Electrónica en el desarrollo y optimización de nuevos componentes, conductores y dispositivos.
- Entrega certificación a proyectos científicos y tecnológicos respecto a su impacto ambiental.
- Realiza publicaciones de investigación y/o divulgación científica.
- Realiza trabajo experimental y de investigación en centros de enseñanza superior en el campo de la física.

## V.- ESTRATEGIAS

- Crecimiento y desarrollo de la matrícula
- Fortalecimiento de la planta docente
- Incremento de la actividad de investigación
- Mejoramiento de Infraestructura

### V.-1.- ESTRATEGIAS A CORTO Y MEDIANO PLAZO

#### *Objetivos*

- 1.- Establecer y consolidar el programa de doctorado en Ciencias en Ingeniería Física.

2.- Fortalecer la planta académica adscrita a la facultad para el programa Doctorado en Ciencias en Ingeniería Física, mediante programas como repatriación.

### *Mecanismos*

#### I.- Crecimiento y Desarrollo de la Matricula

##### *Aspectos Académicos*

- a).- promoción y difusión del programa Doctorado en Ciencias Físicas en Ingeniería, en la Universidad Michoacana con maestrías afines, en el interior del estado y en el resto del país.
- b).- Promoción en congresos, invitaciones a maestrías en ciencias y otros eventos académicos de relevancia.

##### *Aspectos Administrativos*

- Ampliar la infraestructura física
- Incrementar el acervo bibliográfico
- Ampliar el poder de cómputo

#### II.- Fortalecimiento de la Planta Docente

- a).- Tramitar la contratación o repatriación de personal docente para el fortalecimiento de posgrado y consolidar los cuerpos académicos existentes.
- b).- Mantener y reforzar los programas de intercambio docente y estudiantil con otras instituciones del resto del país y del extranjero.

#### III.- Fortalecer el Área de Investigación

- a).- Con la participación más activa de alumnos en las áreas de investigación de profesores y cuerpos académicos.
- b).- Ampliar las líneas de investigación.
- c).- Incrementar y fortalecer los convenios con instituciones de enseñanza superior que tengan posgrados y áreas afines de investigación.
- d).- Incrementar en forma agresiva la vinculación con el sector productivo del país.
- b).- Buscar convenios de investigación con la industria.

#### IV.- Seguimiento de Egresados

- a).- Fortalecer la base de datos existente para seguimiento de egresados en todas las áreas, todos los grados y todos los programas existentes.

b).- Establecer reuniones de trabajo entre profesores y egresados para reestructuración y actualización continua de las planes de estudio del posgrado

## V.-2. ESTRATEGIAS A LARGO PLAZO

1).- Diversificar el programa de Doctorado en Ciencias en Ingeniería, poniendo especial énfasis en la vinculación con la industria y sectores de investigación en el país y fortaleciendo convenios con el sector productivo.

2.- Ampliar estructura física para docencia y áreas laboratorios de investigación.

3.- Revisión continua y actualización de los programas.

## VI.- CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Actividades	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo
*Fortalecimiento de la planta académica.	X	X	X
*Infraestructura física	X	X	X
*Implantación y expansión del programa de posgrado	X	X	
*Consolidación			X
*Actualizaciones del programa			X

## VII.- CONCLUSIONES

La educación constituye el medio por el cual el hombre enaltece su formación, adquiere herramientas para su actuación en contexto y es capaz de crear condiciones de mejora permanente en su medio ambiente.

Un impulso constante en la educación y sobre todo en los posgrados de ciencias exactas e ingeniería son el requisito indispensable para minimizar la dependencia tecnología e industrial del país y quizá la única forma de salir del sub desarrollo, en un mundo más globalizado, donde la riqueza se mide cada vez más en términos de tecnología, el país no se puede dar el lujo de aislarse, el incremento en los niveles educativos, la diversificación de las áreas de estudio, pero sobre todo la vinculación del sector académico con el productivo, son la parte importante del desarrollo tecnológico.

Mucho tiempo los sectores académicos y productivos del país se han mantenido con escasa vinculación. Entre las razones de la desvinculación del sector productivo con el posgrado se hace alusión, frecuentemente, al proteccionismo que mantuvo durante mucho tiempo el Estado mexicano, que aseguraba un mercado cautivo de consumidores de bienes y servicios, y hacía innecesaria la relación con las instituciones de educación superior en la búsqueda de mayor eficiencia, calidad y competitividad de las empresas.

Las instituciones de educación superior, en cierto modo al igual que el sector de la producción y de los servicios, estuvieron por mucho tiempo en un régimen de tutela y protección por parte del Estado, con un mercado cautivo de consumidores del posgrado, constituido fundamentalmente por un mercado académico en expansión, y no se preocuparon, sino de manera genérica, en establecer mecanismos específicos y programas de relación y vinculación con el sector de la economía. Ahora, de manera insoslayable, las necesidades del aparato productivo y los retos del desarrollo tecnológico, que plantean la apertura comercial y la integración económica, obligan a una mayor vinculación del posgrado con el sector de la producción y de los servicios.

El Programa de doctorado propuesto presenta una buena opción en términos demanda en el área de ciencias exactas e ingeniería, donde existe una escasa oferta no solo a nivel regional sino nacional, una creciente población en los programas de maestría en ciencias e ingeniería garantizan un creciente número de aspirantes, por otro lado la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y la UMSNH, cuentan con la infraestructura física y académica para inicio del Doctorado en Ciencias Físicas en Ingeniería.

## VIII.- RECOMENDACIONES

La eficiencia del sistema educativo del país es muy baja, las proporciones de estudiantes que reprueban o desertan son muy elevadas y reflejan la usencia de políticas de retención en las instituciones de nivel superior así como una mala orientación vocacional.

Revisar constantemente los planes de estudio y el núcleo de profesores para el posgrado es indispensable para el correcto funcionamiento, en los próximos años una fracción considerable de la planta docente de la Universidad y en particular en Facultad pasara a jubilarse, esto implica re-contratación de personal docente, el proceso de selección de dicho personal es pieza fundamental en las áreas de investigación y desarrollo en la Facultad y por tanto en el posgrado.

## IX.- PROPUESTA

Se recomienda revisión continua en los programas de estudio del posgrado, las áreas de ciencias, tecnología e informática, son las de más rápida evolución en planeta cada vez más integrado y en plena “*guerra fría tecnológica*” donde todas las economías sin excepción planean invadir mercados, día a día el entorno presenta nuevos retos y soluciones a problemas en ingeniería, producción y eficiencia.

Más rápido más económico, más integrado, y más pequeño son los estándares del mercado, y por tanto los desafíos de los investigadores en la ciencias e Ingeniería.

Los programas de estudio en este tipo de posgrados no se pueden dar el lujo de rezagar.

### **Mejora de Infraestructura**

Factibilidad es lo susceptible de ser hecho, lo posible o lo realizable, el término factibilidad aplicado a los programas de estudio de posgrado se refiere a la consistencia interna entre lo diseñado en el plan curricular y su relación con los distintos componentes educativos: programas de enseñanza, estudiantes, adelantos en el campo tecnológico, profesores, administradores, recursos materiales, técnicos, económicos. La posibilidad que tiene la Facultad de Ciencias Físico matemáticas para operar el Posgrado es muy buena existen los recursos físicos y académicos básico, pero requiere más infraestructura sobre todo en más laboratorios de investigación. Los laboratorios de investigación son punto clave en el desarrollo de posgrados de alta calidad, su mejora, mantenimiento y actualización, son el reto para la administración.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Arredondo Galván, Pérez Rivera, Morán Oviedo, *Políticas del posgrado en México, Universidad Autónoma Metropolitana 2001*
- 2.- ELEMENTOS DE LA VISIÓN 2020 ANUIES 2001, *Retos y oportunidades de las TIC para la atención educativa. 2001*
- 3.- Arocena, Sutz, *La universidad latinoamericana del futuro: tendencias, escenarios, Unión de Universidades de América Latina, 2001*
- 5.- *Comisión de Planeación Universitaria, UMSNH, datos ciclo escolar (14/15)*
- 6.- Reglamento General de Estudios de Posgrado (RGEP) de la UMSNH
- 7.- Rogers, Carl R. *Freedom to Learn: A View of What Education Might Become.* Columbus, Ohio: Merrill Publishing Company, 1969
- 8.- Ranking Scimago 2013
- 9.- Reglamento de Becas UMSNH aprobado por el Consejo Universitario, en sesión celebrada el día 14 de agosto de 1978.
- 10.- Ley orgánica de la UMSNH publicada en la Sección Segunda del Periódico Oficial, el lunes 3 de feb. de 1986.
- 11.- Diario Oficial de La Federación, [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5343099&fecha=30/04/2014](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5343099&fecha=30/04/2014)
- 12.- Los Grandes Problemas de México, El Colegio de México 2010
- 13.- INEGI. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mex. 2007. *Centro de Estudios de las Finanzas Cámara de Diputados.*
- 14.- Modalidades PNPC <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/intro.php>
- 15.- INEGI, 2010. Censo General de Población y Vivienda. México.
- 16.- Mercado Vargas, Horacio. *"El turismo en el desarrollo de Michoacán". Editorial Académica Española. Alemania, 2012.*
- 17.- Mercado Vargas y Palmerín Cerna: (2007) *La internacionalización de las pequeñas y medianas empresas, Edición electrónica. Texto*
- 18.- INEGI, 2006. Análisis Estratégico para el desarrollo de las PYMES. *Sistema de Cuentas Nacionales por Entidad Federativa.*
- 19.- Juan Luis Ordaz Díaz\* Pablo Ruiz Nápoles, *Evolución reciente del empleo y el desempleo en México* *Journal of Economic Literature*,  
Estudio de oferta y demanda IEESA Michoacan 2012 *poblacion y educación*
- 21.- DÍAZ COSSÍO, R., MATAMOROS, L.M. Y CERÓN ROA, A: *Eficiencia terminal de las Inst. Mexicanas de Educación Superior (EIMES)*. México: Secretaría de Educación Pública. <http://sesic.sep.gob.mx/2001>.
- 22.- INEGI <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/mich/economia/infraestructura.aspx?tema=me&e=16>
- 23.- INEGI, 2006. Micro, Pequeña, Mediana y Gran Empresa. *Estratificación de los Establecimientos. Censos Económicos 2004.* ISBN, 2008. Análisis estratégico para el desarrollo de la Micro, Pequeña y Mediana Empresa
- 24.- Inventario 2012, fismat, umsh
- 25.- ANUIES. *Catálogo de Carreras de Licenciatura y Posgrado. 2005.*
- 26.- ANUIES(2004-2008), *Anuarios Estadísticos de Licenciatura Universitaria y Tecnológica y Posgrado de los ciclos escolares 2004-2005, 2005-2006, 2006-2007 y 2007-2008.*
- 27.- Angulo F. La evaluación del sistema educativo: *algunas respuestas críticas al porqué y al cómo.* Barcelona:1993.
- 28.- BALÁN, J. "Políticas de educación superior: los desafíos del futuro". En Balán, J. (Coord.) 2000. *Políticas de reforma.*
- 29.- Las universidades generar, proveer y distribuir ese conocimiento indispensable. (22 de febrero de 2007). Pablo Latapí Sarre, UAM Azcapotzalco.
- 30.- Brunner, José y Montoya, Ana, "Tendencias de las políticas de formación de capital humano avanzado en algunos países de la OECD", en [http://mt.educarchile.cl/MT/jjbrunner/archives/libros/Doctorantes/Capital\\_humano\\_CyT.htm](http://mt.educarchile.cl/MT/jjbrunner/archives/libros/Doctorantes/Capital_humano_CyT.htm) Consultado en mayo de 2010.
- 31.- CONEVAL *Evolución de la Pobreza por Ingresos en las Entidades Federativas.*

# ANEXO 1

## ENCUESTA

1. Te interesa estudiar un posgrado? Si\_\_ No\_\_

**Si tu respuesta es afirmativa**, por favor contesta la siguiente pregunta

2. Te interesaría un posgrado interdisciplinario? Si\_\_ No\_\_

**Si tu respuesta es afirmativa**, por favor contesta las siguientes preguntas

3. Te interesaría estudiar problemas relacionados con

- El deterioro del medio ambiente
- Problemas urbanos y poblacionales (suministros energéticos, perforación de pozos, vialidad, redes eléctricas y de agua)
- Problemas de producción (agrícola, industrial)
- Estudio del funcionamiento de sistemas vivos
- NINGUNO de los anteriores

4. Marca las áreas que te interesarían en tu posgrado

- Automatización e Instrumentación
- Plasticidad y Visco elasticidad
- Contaminación de acuíferos
- Adquisición de datos
- Tracción y fracturas en sólidos
- Sensores ópticos
- Corrosión
- Micro controladores
- Optoelectrónica
- Metrología
- Modelado de fluidos
- Combustión
- Medios porosos
- OTRAS AREAS

# GLOSARIO

**ALUMNO EGRESADO.** Alumno que se hace acreedor a un certificado o constancia de estudios, una vez concluido un nivel educativo.

**ALUMNO TITULADO.** Persona que ha cubierto el plan de estudios y cumplido con los requisitos establecidos por una institución educativa para obtener el título correspondiente.

**ALUMNO.** Es la persona matriculada en cualquier grado de las diversas modalidades, tipos, niveles y servicios del Sistema Educativo Nacional.

**ANUIES.** Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior.

**BACHILLERATO.** Es la educación de tipo medio superior, de carácter propedéutico, y propedéutico y terminal, que se imparte a los egresados de secundaria y que, cuando es propedéutico, les posibilita ingresar al tipo superior.

**BAJAS.** Es el abandono que ocurre durante el ciclo escolar, el cual también se conoce como deserción intracurricular.

**CA.** Cuerpo(s) Académico(s).

**CFE.** Comisión Federal de Electricidad.

**CIC.** Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH.

**CICLO ESCOLAR.** Periodo oficial en que se realizan las actividades escolares de un grado en el Sistema Educativo Nacional.

**CIEES.** Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior.

**COECYT.** Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología.

**CONACULTA.** Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.

**CONACYT.** Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

**CONAFOR.** Comisión Nacional Forestal.

**COPAES.** Consejo para la Acreditación de la Educación Superior, A.C.

**CUPIA.** Consejo de Universidades Públicas e Instituciones Afines.

**DES.** Dependencia(s) de Educación Superior.

**DESERCIÓN.** Este indicador expresa el porcentaje de alumnos que abandonan las actividades escolares antes de terminar algún grado o nivel educativo.

**DGESU.** Dirección General de Educación Superior Universitaria. SEP.

**DOCTORADO.** Grado que implica estudios cuyo antecedente por lo regular es la maestría, y que representa el más alto rango de preparación profesional y académico en el sistema educativo nacional.

**EDUCACIÓN BÁSICA.** Tipo educativo que comprende la instrucción preescolar, primaria y secundaria.

**EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR.** Tipo educativo cuyos estudios antecedentes obligatorios son los de la secundaria. Comprende el bachillerato y el profesional técnico. Tiene una duración de dos a cuatro años.

**EDUCACIÓN NORMAL.** Nivel educativo en el que se prepara a los educandos para que ejerzan la docencia en los distintos tipos y niveles del Sistema Educativo Nacional. Tiene como estudios antecedentes inmediatos al bachillerato; la duración de la carrera es de cuatro a seis años.

**EDUCACIÓN PREESCOLAR.** Nivel educativo en el que se imparten algunos conocimientos y se estimula la formación de hábitos y el acrecentamiento de aptitudes. Se cursa en uno, dos o tres años.

**EDUCACIÓN PRIMARIA.** Nivel educativo en el cual se forma a los educandos en el conocimiento científico y las disciplinas sociales. Es obligatoria y se cursa en seis años.

**EDUCACIÓN SECUNDARIA.** Nivel educativo en el cual se proporcionan los conocimientos necesarios para que el egresado realice estudios de tipo medio superior o se incorpore al sector productivo. Se cursa en tres años y su antecedente obligatorio es la educación primaria.

**EDUCACIÓN SUPERIOR.** Tipo educativo en el que se forman profesionales en todas las ramas del conocimiento. Requiere estudios previos de bachillerato o sus equivalentes. Comprende los niveles de técnico especializado, licenciatura y posgrado.

**EFICIENCIA TERMINAL.** Es la relación porcentual entre los egresados de un nivel educativo dado y el número de estudiantes de nuevo ingreso que ingresaron al primer grado de ese nivel educativo n años antes.

**ESDEPED.** Programa de Estímulos al Desempeño del Personal Docente de la UMSNH.

**ESPECIALIDAD.** Estudios posteriores a los de la licenciatura que preparan a los alumnos para el ejercicio en un campo específico del quehacer profesional, sin constituir un grado académico.

**EXISTENCIA:** Alumnos a final del ciclo escolar. Es el resultado de restar, de la inscripción total las bajas que hubo durante el ciclo escolar.

**FAM.** Fondo de Aportaciones Múltiples.

**FIUPEA.** Programa Fondo de Inversión de Universidades Públicas Estatales con Evaluación de la ANUIES.

**FODA.** Análisis de Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas.

**FOMES.** Fondo de Modernización para la Educación Superior.

**GRADUADO:** Es la persona a quien se le otorga el grado académico de maestría o doctorado, una vez que ha cumplido con todos los requerimientos del programa de estudio. La palabra “graduado” alude a una jerarquía de conocimiento, según el tiempo de estudios y el aprovechamiento verificado.

**IDH.** Índice de desarrollo Humano

IES. Instituciones de Educación Superior.

IM. Índice de Marginación

IMTA. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

ININEE.- instituto de Investigaciones Económicas y Empresariales.

INSCRIPCIÓN TOTAL. Total de alumnos inscritos durante el ciclo escolar. Cantidad que resulta de sumar los alumnos inscritos al inicio del curso más las altas habidas en el transcurso del ciclo escolar.

IPN. Instituto Politécnico Nacional.

LGAC. Línea(s) de Generación o Aplicación Innovadora del Conocimiento.

LICENCIATURA. Primer grado académico de la educación superior, cuyo antecedente obligatorio es el bachillerato o equivalente, y que capacita a los alumnos para el ejercicio de una profesión.

MAESTRÍA. Grado académico cuyo antecedente es la licenciatura y tiene como objeto ampliar los conocimientos en un campo disciplinario.

NIVEL EDUCATIVO. Cada una de las etapas que forman un tipo educativo. Casi todos son propedéuticos y sólo algunos son terminales. Algunos más son propedéuticos y de opción terminal, es decir, el educando puede cursarlos como preparación para ingresar a otro nivel más adelantado, o bien al concluirlo ingresar a la fuerza de trabajo.

PAL. Plan Ambiental Institucional de la UMSNH.

PDI. Plan de Desarrollo Institucional.

PE. Programa (s) Educativo (s).

PIB. Producto Interno Bruto

PIFI. Programa de fortalecimiento interinstitucional

PIFI. Programa(s) Integral(es) de Fortalecimiento Institucional.

PISA. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

PNPC. Padrón Nacional de Posgrados de Calidad del CONACYT.

POA. Programa Operativo Anual.

POSGRADO. Es la última fase de la educación formal; tiene como antecedente obligatorio la licenciatura o un equivalente de ésta. Comprende los estudios de especialización, la maestría, el doctorado y los estudios de actualización que se imparten en él.

PROFESIONAL TÉCNICO. Servicio educativo en el que se forman técnicos para actividades industriales, agropecuarias, del mar y de servicios, a fin de que puedan incorporarse a las actividades productivas. Tiene como antecedente la educación secundaria y es de carácter terminal. Su duración varía de dos a cuatro años.

PROMEP. Programa de Mejoramiento del Profesorado.

PRONABES. Programa Nacional de Becas para la Educación Superior.

PTC. Profesor de Tiempo Completo.

RENIECYT. Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas.

REPROBACIÓN. Es el porcentaje de alumnos que no han obtenido los conocimientos necesarios establecidos en los planes y programas de estudio de cualquier grado y curso y que, por lo tanto, se ven en la necesidad de repetir dicho grado o curso.

SAGARPA. Secretaría Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

SEMARNAT. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

SEP. Secretaría de Educación Pública.

SERVICIO ESCOLARIZADO. Es la educación que se proporciona a los alumnos que concurren diariamente a un centro educativo de acuerdo con las fechas laborables marcadas en el calendario escolar. Forma parte de un sistema destinado a proporcionar la educación correspondiente a los tipos y los niveles educativos.

SNI. Sistema Nacional de Investigadores.

SOSTENIMIENTO AUTÓNOMO. El de las instituciones que tienen la capacidad para administrarse por sí mismas. Generalmente reciben subsidio de los gobiernos federal y/o estatal.

SOSTENIMIENTO ESTATAL. Control administrativo de las escuelas a las cuales financia y supervisa técnicamente el organismo de educación pública de cada estado.

SOSTENIMIENTO FEDERAL. Control administrativo que engloba las escuelas que son financiadas por el gobierno federal, y que son controladas técnica y administrativamente por la SEP y otras secretarías de estado

SOSTENIMIENTO. Con este concepto se identifica a la fuente que proporciona los recursos financieros para el funcionamiento de las escuelas.

SOSTENIMIENTO PARTICULAR. Control administrativo de las escuelas que se financian y administran por sí mismas. Las incorporadas a la SEP, a un estado o a las instituciones autónomas son supervisadas técnicamente por las autoridades correspondientes.

TCMA. Tasa de crecimiento medio anual.

TÉCNICO SUPERIOR. Estudios de nivel superior, cuyo antecedente obligatorio es el bachillerato o equivalente, con una duración máxima de tres años, sin alcanzar el grado de licenciatura.

UMSNH. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

UNAM. Universidad Nacional Autónoma de México.

UNESCO. Organización para la Educación, la Ciencia y la Cultura de las Naciones Unidas.

